



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

# Ro-ro 2800 ml Proyecto Nº17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

ENERO 2018

## RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto recoge ingeniería básica fundamental de un buque de carga rodada con propulsión alimentada por LNG y MDF, combustibles de bajas emisiones NOx y SOx. La estabilidad, formas y resistencia estructural son validadas mediante la herramienta software Maxsurf con valores IMO y de Sociedades de Clasificación DNV-GL.

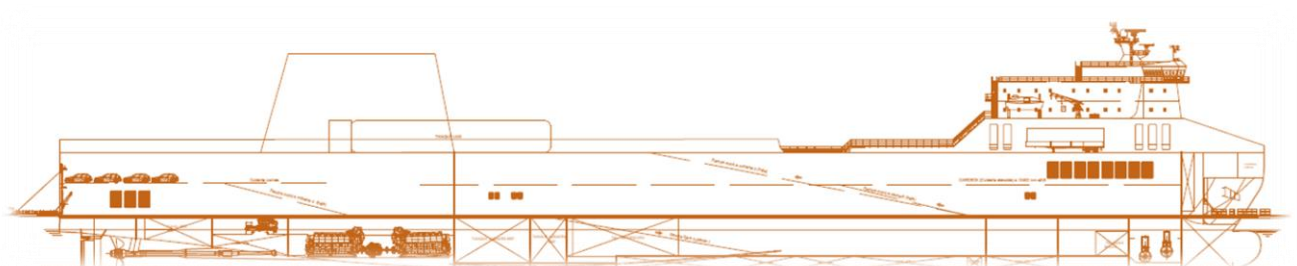
El armamento y equipos del buque son definidos mediante procedimientos de cálculos de estándares de normas ISO, recomendaciones de fabricante y cumpliendo con las recomendaciones y reglamentación del DNV, MARPOL y SOLAS. En la disposición general se puede identificar la disposición de equipos y distribución de la carga de vehículos rodados.

Este proxecto recolle a enxeñería básica fundamental dun buque de carga rodada con propulsión alimentada por LNG e MDF, combustibles de baixas emisións NOx e SOx. A estabilidade, formas e resistencia estrutural son válidas mediante a ferramenta software Maxsurf con valores IMO e de Sociedades de Clasificación DNV-GL.

O armamento e equipamentos do buque son definidos mediante procedementos de cálculos de estándares de normas ISO, recomendacións de fabricante e cumprimento das recomendacións e regulación do DNV, MARPOL e SOLAS. Na disposición xeral pódense identificar a disposición dos equipos e distribución da carga de vehículos rodados.

This project includes fundamental basic engineering of a roll-on/roll-off ship fuelled by LNG and MDF, fuels of low emissions NOx and SOx. Stability, shapes and structural resistance are validated through the software tool Maxsurf with IMO values and Societies of Classification DNV-GL.

The ship's outfitting and electrical/mechanical systems are defined using ISO standard calculation procedures, manufacturer recommendations and complying with the recommendations and regulations of the DNV, MARPOL and SOLAS. The provision of equipment and distribution of the load of rolling vehicles can be identified in the general arrangement.









UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto Nº17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº1:**

**ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y DEFINICIÓN  
DE ALTERNATIVAS**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

ENERO 2018

## Cdno.1 Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas

---

### RESUMEN

Se estudian las dimensiones preliminares partiendo de datos de buques referentes de carga rodada de los últimos años así como la disposición de carga, también se realiza estimaciones de configuración de la carga y de pesos, francobordo para validar las dimensiones preliminares y predicción de potencia. Se recogen todas las características generales en la especificación técnica.

As dimensións preliminares son estudadas a partir de datos de buques referentes de carga rodante dos últimos anos así como a disposición de carga, tamén se fan estimacións de configuración da carga e pesos, francobordo para validar as dimensións preliminares e predición de potencia. Todas as características xerais están incluídas na especificación técnica.

The preliminary dimensions are studied starting from data of ships of reference of rolling load of the last years as well as the arrangement of load, also makes estimations of configuration of the load and weights, freeboard to validate the preliminary dimensions and prediction of power. All general characteristics are included in the technical specification.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Generalidades</b>	<b>1</b>
<b>2. Datos de partida</b>	<b>2</b>
<b>3. Dimensionamiento preliminar</b>	<b>7</b>
3.1 Estimación de la manga de trazado (B)	7
3.2 Estimación de la eslora (Lpp)	8
3.3 Estimación del puntal (Du)	11
3.4 Estimación del calado (T)	14
3.5 Estimación de eslora total (L)	15
3.6 Estimación de TPM	16
3.7 Dimensiones estimadas	17
<b>4. Estudio preliminar de la carga</b>	<b>18</b>
4.1 Datos de la carga	19
4.2 Cálculo de la alternativa más exigente	20
4.3 Cálculo por cubiertas	21
<b>5. Coeficientes</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Cálculo del coeficiente de bloque (CB)</b>	<b>24</b>
5.1.1 Fórmula de Alexander	24
5.1.2 Fórmula de Townsin	25
5.1.2 Fórmula de Townsin	26
5.1.3 Fórmula de Schneekluth	26
5.1.4 Fórmula de Katsoulis	26
5.1.5 Fórmula de Munro Smith	27
5.1.6 Fórmula de Kerlen	27
5.1.7 Fórmula de Van Lammeren	27
5.1.8 Fórmula de Luna	27
<b>5.2 Cálculo de otros coeficientes geométricos (CM, CP)</b>	<b>29</b>
5.2.1 Coeficiente de la maestra (CM)	29
5.2.2 Coeficiente prismático longitudinal (CP)	30
<b>6. Cifra de mérito: estudio de alternativas</b>	<b>30</b>
<b>6.1 Coste de materiales a granel (CM<sub>G</sub>)</b>	<b>31</b>
6.2 Coste de mano de obra (CM <sub>o</sub> )	31
6.3 Coste de equipos del buque y montaje (CEq)	32
6.4 Coste varios (CVa)	34
<b>7. Generación y selección de alternativas</b>	<b>34</b>
<b>7.1 Modificación de las dimensiones iniciales</b>	<b>34</b>
<b>7.2 Selección de alternativas</b>	<b>36</b>

<b>8. Comprobación de la capacidad de carga</b>	<b>38</b>
8.1 Cubierta principal	38
8.2 Cubierta superior	38
8.3 Cubierta de la bodega	38
8.3 Cubierta intermedia	39
8.4 Cubierta fija, cardeck	39
8.5 Distribución de la carga	39
8.6 Croquis preliminar	39
<b>9. Estimación preliminar de pesos</b>	<b>44</b>
9.1 Peso en rosca	44
9.1.1 Estructura de acero	44
9.1.2 Equipo y habilitación	45
9.1.3 Maquinaria	45
9.2 Peso muerto	46
9.2.1 Peso de carga útil	46
9.2.2 Peso de tripulación	46
9.2.3 Peso de combustible	47
9.2.4 Peso de combustible de auxiliares	48
9.2.5 Peso de aceite lubricante	48
9.2.6 Peso de agua dulce y sanitaria	48
9.2.6 Peso de víveres	48
9.2.7 Peso de agua de lastre	49
Resumen Peso muerto	49
9.3 Cálculo del desplazamiento	50
<b>10. Estimación potencia</b>	<b>51</b>
10.1 Eslora de flotación	51
10.2 Área y altura de bulbo	51
10.3 Diámetro del propulsor	51
10.4 Altura del eje sobre quilla	52
10.5 Posición longitudinal de la protuberancia	52
<b>11. Especificación</b>	<b>55</b>
11.1 Generalidades	55
11.1.1 Tipo de buque	55
11.1.2 Dimensiones principales	57
11.1.3 Capacidades de carga y peso muerto	57
11.1.4 Situaciones de carga	58
11.1.5 Velocidad, consumo y autonomía	58
11.1.6 Acomodación	59
11.1.7 Clasificación, reglamentos y certificados	59
11.1.8 Niveles de ruidos y vibraciones	61



<b>11.2 Estructuras del casco</b>	<b>62</b>
11.2.1 Descripción general	62
11.2.2 Disposición de la estructura	62
<b>11.3 Equipo y habilitación</b>	<b>64</b>
11.3.1 Equipo de fondeo y amarre	64
11.3.2 Accesos	64
11.3.3 Equipo de seguridad y salvamento	65
11.3.4 Habilitación	65
11.3.5 Medios de carga	65
<b>11.4 Planta propulsora</b>	<b>66</b>
11.4.1 Servicios auxiliares	67
11.4.2 Planta eléctrica	67
<b>12. Comprobación de francobordo</b>	<b>68</b>
12.1 Datos reglamentarios	68
12.2 Tipo de buque	68
12.3 Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque	69
12.4 Regla 31. Corrección por puntal	69
12.5 Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta	69
12.6 Regla 33. Altura normal de superestructura	69
12.7 Regla 34. Longitud de superestructuras	69
12.8 Regla 35. Longitud efectiva de superestructuras	69
12.9 Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos	69
12.10 Regla 38. Arrufo	69
12.11 Regla 39. Altura mínima en proa y flotabilidad de reserva	73
12.12 Regla 40. Francobordos mínimos	74
12.12.1 Francobordo de verano	74
12.12.2 Francobordo tropical	74
12.12.3 Francobordo de invierno	74
12.12.4 Francobordo de invierno en el Atlántico Norte	75
12.12.5 Francobordo de agua dulce	75
<b>13. Bibliografía</b>	<b>76</b>
 Anexo I : Fichas técnicas de buques	
 Anexo II: Cifra de mérito	
<b>1. Generación de alternativas</b>	<b>100</b>
1.1 Comprobación de alternativas	102
<b>2. Selección de alternativas</b>	<b>105</b>



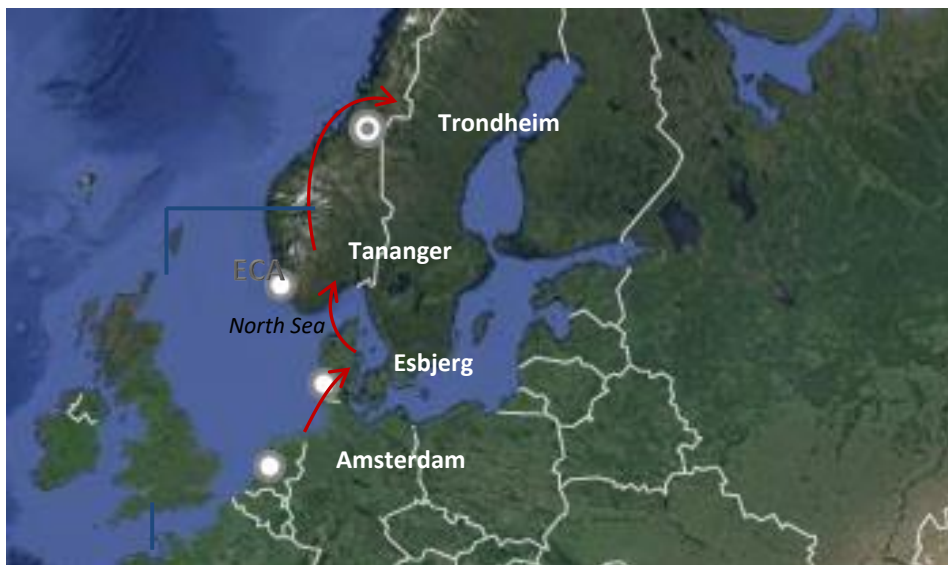
## 1. Generalidades

En este proyecto se pretende realizar el diseño del buque, de acuerdo a los requerimientos de proyecto (RPA) indicado en la anterior hoja. Previamente al dimensionamiento preliminar del buque, indicaré características de este tipo de buque y de su carga para analizar la influencia.

El buque de proyecto se trata de un ROLL-ON/ ROLL-OFF (RO-RO), diseñado para el transporte de cargas rodadas, tripulantes y conductores. De acuerdo a la velocidad de requerimiento de RPA, 25 nudos, se engloba como buque rápido con propulsión híbrida (diésel-LNG) accionada por dos líneas de ejes con motores duales.

Este tipo de buque es utilizado para el transporte de corta distancia de mercancías entre puertos de la Unión Europea o entre éstos y puertos no europeos en países ribereños del Mar mediterráneo, Negro y Báltico y de Noruega e Islandia. Concretamente el buque de proyecto se destinará a la ruta de interlineales de 928 millas n. entre Amsterdam, Esbjerg, Tananger y Trondheim operando en zona SECAs (Sulphur Emission Control Areas) y no SECA.

**Figura 1 : Ruta de servicio**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de rutas comerciales marítimas

La carga rodada será destinada en la bodega baja (sobre tapa de doble fondo), cubierta principal, cubierta elevable y cubierta superior (semiabierta). La carga se distribuye en de 2800 metros lineales de pista con capacidad de 50 coches y 180 módulos de 14,3 metros distribuidos para plataformas (remolques y semirremolques) que serán descargadas con cabezas tractoras especiales en puerto. Para los coches dispondrá de una cubierta fija en el entrepuente de la cubierta principal y superior para aprovechar el espacio de carga.

En este tipo de buques, la carga y descarga de mercancía la realizan mediante rampas del buque o vehículos tractores (cabezas tractoras o carretillas elevadoras) en varias cubiertas comunicados mediante rampas. Suelen tener gran porta abatible en proa o popa y una superestructura alta y larga.

En estos buques se definen la altura de entrepuentes que nos permita la estiba y circulación de carga sin dificultad. En relación a la propulsión se utilizan propulsores laterales para facilitar su maniobra debido a la gran superficie de obra muerta.

Los ro-ro's se clasifican como buques de superficie de baja densidad de carga, alto coeficiente de estiba y cargas en que la altura y/o anchura son prácticamente constantes.

## 2. Datos de partida

Se realiza una relación de buques de referencia con características similares al buque de proyecto. Los datos de estos buques se obtienen partiendo de artículos técnicos de revistas (Ingeniería Naval, Significant Ships) especificaciones de flotas de armadores (Seatruck, Nordana). La búsqueda se realiza partiendo de buques recientes, entregados posteriores al año 2008 mayoritariamente.

Antes de realizar la búsqueda es necesario conocer las dimensiones del tipo de carga: remolques, semirremolques (semi-tráiler) y coches (tipo europeo compacto), con el fin de calcular el "área de carretera" requerida, particularidad de este tipo de buques.

Los remolques (rolltrailers) son plataformas sin carga para transportar contenedores marítimos muy pesados de una manera segura por su baja altura de ejes como se muestra en la figura 3 mientras que los semirremolques son remolques sin eje delantero que diseñados para carga seca y frigorífica de productos perecederos (carne, pescado, frutas, hortalizas).

**Figura 2 : Plataforma frigorífica**



*Fuente: SKEMA, Definition of Standard Ro-Ro unit*

**Figura 3 : Rolltrailer**



*Fuente: SKEMA, Definition of Standard Ro-Ro unit*

La tabla siguiente muestra datos estándar de medios y equipos de transporte rodado. Cabe destacar que actualmente se permiten semitraileres europeos con longitud máxima de 16,5 m, 2,55 m de ancho y 4 m de altura. Según el “International Transport Forum” de 2013, en Suecia y Finlandia se limita a 25,25 m. para cargas muy pesadas y en Noruega a 17,5 m de longitud.

**Tabla 1 : Características de carga rodada**

Carga	Tipo	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura max. (m)	Peso max. (t)	Carga/eje (t)
Carretilla contenedor	20'	9	3,2	4,4	57	54
Carretilla paletas	4 t	4	1,3	2,2	10	8
Camión rígido		11	2,5	4,4	24	10
Camión articulado		15	2,5	4,4	38	10
Trailer de contenedor	20'	6,1	2,5	4,5	22	10
Trailer de contenedor	40'	12,3	2,5	4,5	35	10
Coche EU		4	1,6	1,4	2	1

*Fuente: Proyecto básico de un buque mercante*

Los datos constan de un margen del 25% respecto a los datos de RPA's. Por ello, se determina el área de aparcamiento requerido.

De acuerdo a los valores promedios incluyendo huelgos en el libro de "El proyecto básico de un buque mercante" se tomarán:

- Tráileres: 12,5 m x 3m x 4,5 m
- Coches: 4,5 m x 2m x 1,7 m

Se obtiene el área de carretera teniendo en cuenta que las calles se dividen en módulos de 14,3 m donde hay capacidad para semirremolques o remolques de 20' dobles ,40' o 45' como se analizará en posteriores apartados:

$$\begin{aligned}\text{Área carretera de coches} &= 4,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times N^{\circ} \text{ coches} = 9 \text{ m} \times 50 \\ &= \mathbf{450 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

$$N^{\circ} \text{ de tráiler} = \frac{2800 \text{ m} - 226 \text{ m}}{14,3 \text{ m}} = 180 \text{ tráiler}$$

$$\text{Área carretera de tráiler} = 180 \times 12,5 \text{ m} \times 3 \text{ m} = \mathbf{7725 \text{ m}^2}$$

Se muestra una tabla con las dimensiones y relaciones de los buques referentes.



Tabla 2: Características de buques referentes

Nombre buque	L (m)	Lpp (m)	B (m)	T (m)	TPM (t)	D <sub>cs</sub> (m)	V (Kn)	Nº Cbtas.	M.lineales (m)	Nº Coches	Nº Tráileres	M.L Cbta. Principal	ATRL Cbta. ppal. (m²)	ATRL (m²)
<b>Bore Sea</b>	195,4	186,22	26,2	7,4	13625	18,15	19	4	2863	500	217	1078	3029,18	8056
<b>Wedellsborg</b>	179,46	169,85	26,21	6,1	11469	17,6	16	3	2546	100	207	1019	3110	7860
<b>Williamsborg</b>	193	183,28	26		13234		16	3	2606	-	-	955,5	3029	8033
<b>Seatruck FSG 746</b>	142	132,93	25	5,2	5300	21,35	21	4	2166	-	151	661	1976,9	6478
<b>Clipper P</b>	142	133	23	5,7	5193	16,3	22	5	1830	-	120	828	2484	5490
<b>Tasmanian Achiever</b>	184,4	172,37	23,6	6,35	11250		19,5	3	2416		-	1047	3141	7248
<b>Fiona Seaways</b>	187	169,8	26,5	6,9	11322		22,5	4	3322				3300	9966
<b>Jose María Entrecanales</b>	209	190	26,5	7	9325	23,55	26	6	3530	100	210	1070	3210	10590
<b>Ulusoy-14</b>	208,3	197,39	26	6,45	10749	22,1	20,6	2	4094	4	283	1060	3180	12282
<b>Severine</b>	152,02	142	22	5,4	6576		17	3	1755	-	116		1490	5265

Fuente : Datos obtenidos de fichas técnicas de Revistas y Armadores.



Para el cálculo del dimensionamiento se utiliza el puntal hasta la cubierta superior, Dcs, puesto que es dato conocido en lugar del puntal a la cubierta principal. Las relaciones de datos de los anteriores buques son las siguientes:

**Tabla 3: Relaciones adimensionales de buques referentes**

Nombre Buque	Lpp/B	T/Dcs	Lpp/Dcs	B/Dcs	B/T	Lpp x B
Bore Sea	7,11	0,41	10,26	1,44	3,54	4878,96
Wedellsborg	6,48	0,35	9,65	1,49	4,30	4451,77
Williamsborg	7,05					4765,28
Seatruck FSG 746	5,32	0,24	6,23	1,17	4,81	3323,25
Clipper P	5,78	0,35	8,16	1,41	4,04	3059,00
Tasmanian Achiever	7,30				3,72	4067,93
Fiona Seaways	6,41				3,84	4499,70
Jose María Entrecanales	7,17	0,30	8,07	1,13	3,79	5035,00
Ulusoy-14	7,59	0,29	8,93	1,18	4,03	5132,14
Severine	6,45				4,07	3124,00

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla muestra los valores máximos y mínimos y los valores normales de las relaciones bidimensionales para este tipo de buques en función del peso muerto/1000. En mayoría corresponde con los valores entre  $10 < \text{TPM}/1000 < 20$  salvo los buques Clipper P, Severine y Seatruck FSG 746 (este último corresponde con valores muy bajos fuera de rango).



**Tabla 4: Extremos de buques referentes**

	Lpp/B	T/D	Lpp/D	B/D	B/T	Lpp x B
<b>Máximos</b>	<b>7,59</b>	<b>0,41</b>	<b>10,26</b>	<b>1,49</b>	<b>4,81</b>	<b>5132,14</b>
<b>Mínimos</b>	<b>5,32</b>	<b>0,24</b>	<b>6,23</b>	<b>1,13</b>	<b>3,54</b>	<b>3059,00</b>
<b>Rango Habitual</b>						
<b>TPM/1000 &lt; 10</b>	<b>5,1 - 6,5</b>	<b>0,35 - 0,47</b>	<b>8 - 11</b>	<b>1,2 - 1,7</b>	<b>2,8 - 4</b>	
<b>10 &lt; TPM/1000 &lt; 20</b>	<b>5,6 - 7</b>	<b>0,37 - 0,5</b>	<b>8,5 - 11,5</b>	<b>1,3 - 1,7</b>	<b>3 - 3,8</b>	

Fuente: Elaboración propia

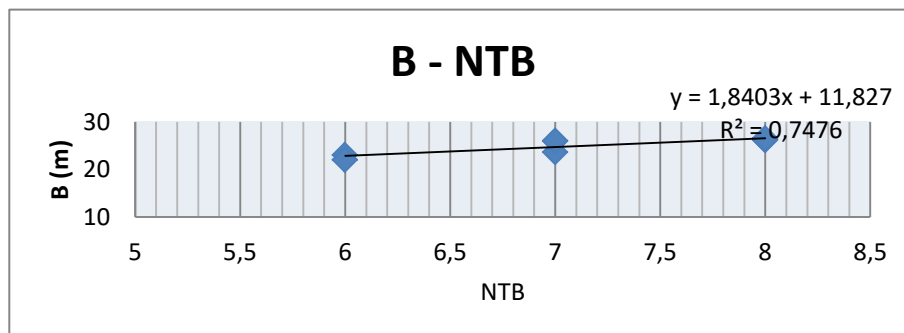
### 3. Dimensionamiento preliminar

A partir de las rectas de regresión de las gráficas elaboradas con los datos de los buques de referencia se podrá realizar una estimación de las dimensiones principales del buque proyecto.

#### 3.1 Estimación de la manga de trazado (B)

Se estimará la manga en función del número de carreteras partiendo de una regresión entre Manga de trazado, B frente N<sup>o</sup> carreteras o Numero de tráileres en manga, NTB.

**Figura 4: Regresión manga – número de tráileres**



En el caso de estibar 7 tráileres en manga si adoptamos el número de 7 carreteras de acuerdo al valor medio de la base de datos, la manga estimada según la regresión será:

$$\text{Manga de trazado } (B) = y = 1,8403 \cdot NTB + 11,827 = 24,94 \text{ m}$$

Este valor se excede del valor mínimo inicial que considera el margen en manga, MARB y el número de tráileres en manga. Se tomará como referente el valor mínimo para 7 carreteras en manga de 3 m. se toma éste como valor estimado ya que no se dispone de un valor estándar de anchura de carretera.

$$Bi = NTB_i * 3 + MARB$$

$$Bi = 7 * 3 \text{ m} + 1,2 \text{ m} + 3 \text{ m} = 25,2 \text{ m}$$

El margen en manga será de 600 mm mínimo por costado de las bulárcamas puesto que la estructura se caracteriza por la ausencia de puntales y mamparos transversales en la medida de lo posible, no habrá que considerarlo para el margen en el sentido de la manga.

También se puede considerar la posibilidad de guardacalores laterales con el valor de 2 m.

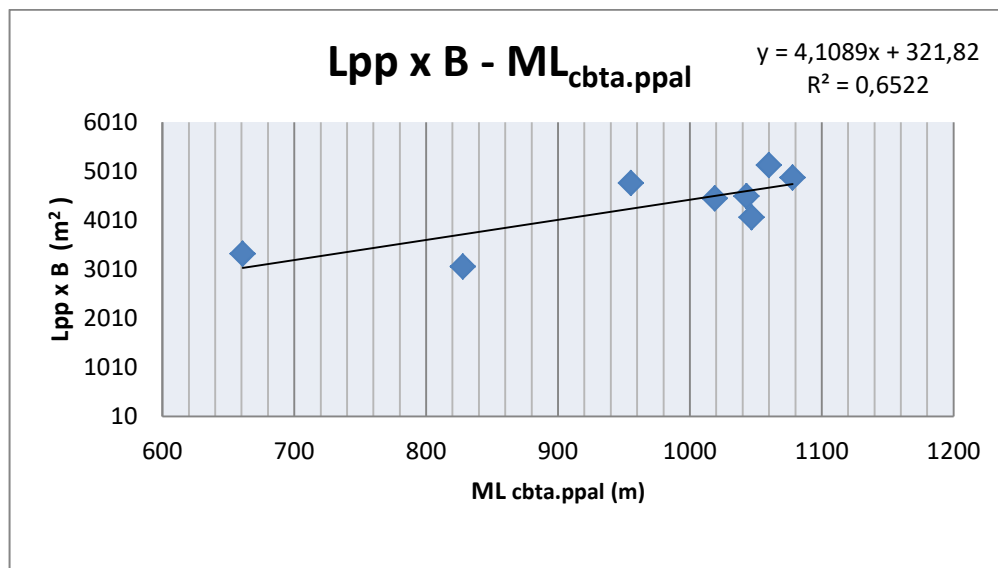
Finalmente se estima la manga inicial y se verifica que el valor de regresión cumple el mínimo por lo podría incrementarse el valor estimado de la manga.

$$B = 25,2 \text{ m.}$$

### 3.2 Estimación de la eslora (Lpp)

La eslora entre perpendiculares (Lpp) la obtendré partiendo de la recta de regresión. Puesto que el roro es un buque de superficie, para cada buque se representa la superficie de referencia entre perpendiculares (Lpp · B, manga del Buque de Referencia) frente a metros lineales de la cubierta principal (ML Cbta. Ppal).

**Figura 5: Regresión Área de cubierta – metros lineales**



De la gráfica resultante se observa una relación directa dada por el coeficiente de regresión  $R^2$  próximo a 1, por lo que a mayor área de aparcamiento se relaciona con mayor producto de Lpp x B.

Se tiene en cuenta que en la cubierta principal solo se estibarán tráileres. Se calcula el porcentaje partiendo del valor medio de proporción de carga en la cubierta principal de buques referentes.

**Tabla 5: Proporción de carga**

Nombre del buque	% Carga Cbta.Ppal
<b>Bore Sea</b>	37,60
<b>Wedellsborg</b>	39,57
<b>Williamsborg</b>	37,71
<b>Seatruck FSG 746</b>	30,52
<b>Clipper P</b>	45,25
<b>Tasmanian Achiever</b>	43,34
<b>Fiona Seaways</b>	33,11
<b>Jose María Entrecanales</b>	30,31
<b>Ulusoy-14</b>	25,89

<b>Severine</b>	28,30
<b>Media</b>	<b>34,61</b>

$$x = ML \text{ Cbta. Ppal.} = ML \text{ carretera de tráiler} \cdot \% \text{ Proporción}$$

$$x = 2575 \cdot 0,3461 = 891,207 \text{ m}$$

$$y = Lpp \cdot B = 4,1089 \cdot 891,207 + 321,82 = 3984,09 \text{ m}^2$$

De esta manera no se determina los valores de la eslora ni de manga que aún se desconocen. Para resolver los valores, utilizo los rangos habituales de la relación  $Lpp/B$  indicados en la tabla 4. De este rango, se observa que el valor mínimo **5,6** es referido para buques de mayor manga mientras que el valor máximo **7** lo alcanza buques más esbeltos, lo que da lugar a tener dos alternativas.

Para establecer el rango de variación de la eslora se aplica un incremento unitario con la siguiente expresión:

$$Lpp \cdot B \cdot \frac{Lpp}{B} = Lpp^2$$

La primera alternativa se presenta para un buque de proyecto esbelto con la siguiente eslora:

$$Lpp_1^2 = 3984,09 \cdot 7 = 27888,63 \text{ m}^2 ; Lpp_1 = \sqrt{27888,63} ; Lpp_1 = 167 \text{ m}$$

La segunda alternativa se presenta para un buque de proyecto mangudo con la siguiente eslora:

$$Lpp_2^2 = 3984,09 \cdot 5,6 = 22310,9 \text{ m}^2 ; Lpp_2 = \sqrt{22310,9} ; Lpp_2 = 149,37 \text{ m}$$

Por tanto, tomo el valor intermedio de estos valores  $\rightarrow \frac{Lpp_1 + Lpp_2}{2} \rightarrow$

$Lpp = 158,19 \text{ m}$ .

No obstante, este valor se analizará con la manga estimada previamente y partiendo del área de cubierta calculada en la curva de regresión igual a  $3984,09 \text{ m}^2$ .

$$L_{pp} = 3984,09 / 25,2 = 158,099 \text{ m.}$$

Comprobando la relación  $L_{pp}/B$  se observa que está dentro de los valores normales.

$$\frac{L_{pp}}{B} = \frac{158,099}{25,2} = 6,27$$

La disposición de tanques LNG supone la pérdida de eslora en carga útil por lo que al no tener buques de referencia propulsados con LNG para los valores próximos exigidos por RPA, se estima un aumento de eslora de 15 m. adicionales.

El valor de eslora incrementado supone la siguiente relación:

$$\frac{L_{pp}}{B} = \frac{173,099}{25,2} = 6,869$$

Por tanto se fijará la eslora al valor de:

$L_{pp} = 173,099 \text{ m.}$

### 3.3 Estimación del puntal (Du)

Se estimará el puntal del buque hasta la cubierta más alta, de acuerdo a la normativa de DNV debido a que no se presenta correlación lineal con los datos de los buques referentes.

Este puntal será la altura del doble fondo más los espacios de carga hasta la cubierta superior.

Según el reglamento, la altura mínima del doble fondo será mínimo de 760 mm y no máximo de 2000 mm correspondiendo a la siguiente fórmula:

$$h = 1000 \cdot B/20 \text{ (mm)}$$

En este caso aplicando la manga ( $B$ )= 25,2 m resulta DDF, altura de doble fondo igual a:

$$D_{DF \text{ (reglamento)}} = 1260 \text{ mm}$$

Dado que la altura de doble fondo de los buques de referencia oscila sobre 2500 mm., siguiendo la normativa DNV ' *Pt.3 Ch.1 Sec.6 Bottom structures* ', la altura no ha de exceder 2000 mm por lo que se tomará el valor máximo como altura de doble fondo final:

$$D_{DF \text{ (final)}} = 2000 \text{ mm}$$

En la estimación del puntal de entrepuente se considerará las alturas entre cubiertas de los tráileres y coches, más la distancia de los baos bajo cubierta. Se determina mayor distancia de bao donde el puntal entre cubiertas es mayor.

- Altura máxima del bao bajo cubierta principal y superior = 800 mm
- Altura máxima del bao bajo cubiertas intermedias = 600 mm
- Puntal de bodega, DHOL = 5500 mm
- Puntal entrepuente cubierta tráiler, DTRL= 4700 mm
- Puntal entrepuente cubierta coches, DCAR = 2500 mm.

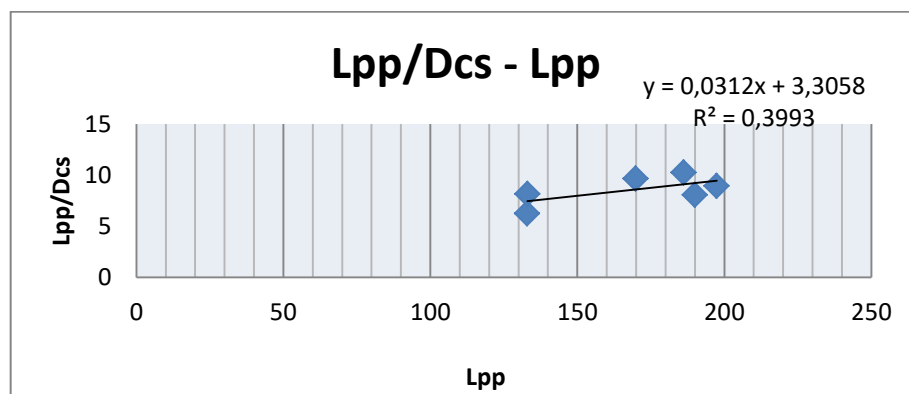
$$Du = DDF + DHOL + (3 - 1) \cdot DTRL + DCAR + 2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,6$$

$$Du = 2 + 5,5 + 2 \cdot 4,7 + 2,5 + 2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,6$$

$$Du = 19,1 \text{ m}$$

Este valor es la estimación del puntal mínimo, para contrastar este valor con los buques de referencia se realizan regresiones utilizando datos previamente estimados de eslora (Lpp) y manga (B).

**Figura 6: Regresión relación puntal1– eslora**



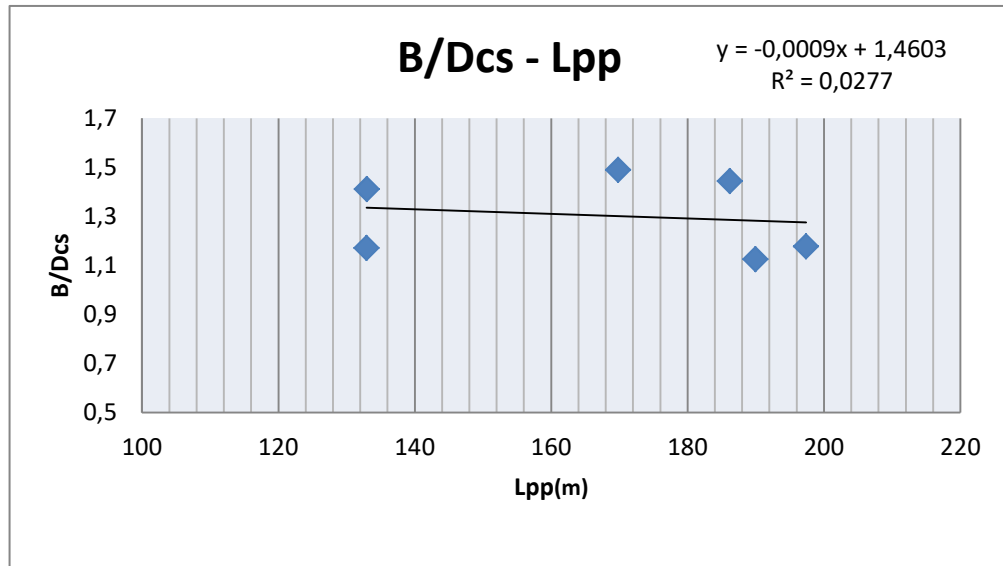
$$x = Lpp = \text{Eslora entre perpendiculares} = 173,099 \text{ m}$$

$$y = \frac{Lpp}{Dcs} = 0,0312 \cdot 173,099 + 3,3058 = 8,706$$

$$Dcs1 = \frac{173,099 \text{ m}}{8,706} = 19,882 \text{ m}$$

La siguiente alternativa se obtiene de la segunda regresión.

**Figura 7: Regresión relación puntal2 – eslora**



$$x = Lpp = \text{Eslora entre perpendiculares} = 173,099 \text{ m}$$

$$y = \frac{B}{Dcs} = -0,0009 * 173,099 + 1,4603 = 1,305$$

$$Dcs2 = \frac{25,2 \text{ m}}{1,305} = 19,318 \text{ m}$$

El valor medio resultante es 19,6 m. Esto implica que el puntal mínimo se encuentra próximo al valore medio en relación a buques de referencia.

Por otra parte si realizamos la comprobación con el factor adimensional L/D se obtiene:

$$\frac{Lpp}{D} = \frac{173,099}{19,6} = 8,832$$

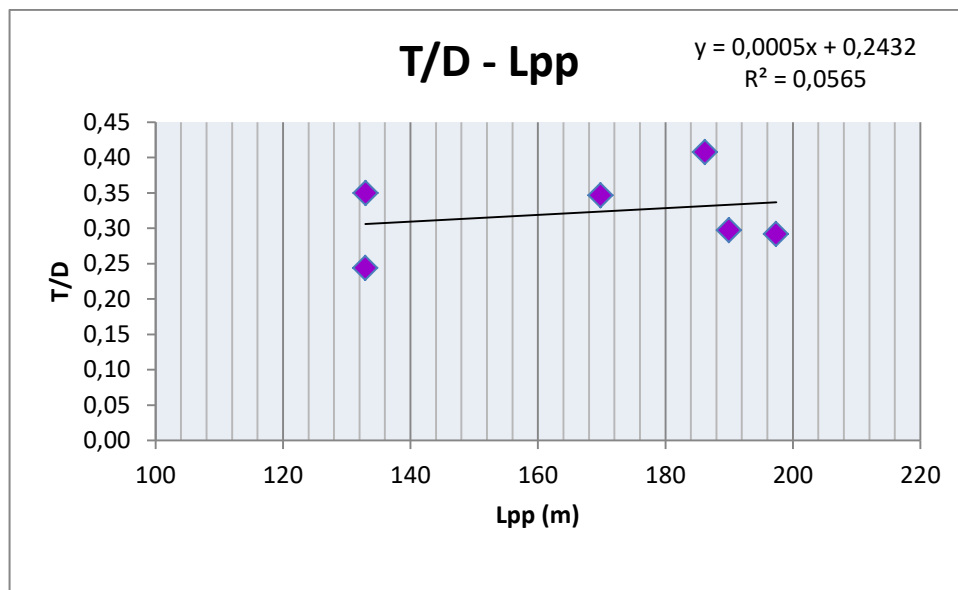
Corresponde con el margen habitual al igual que el puntal mínimo. No obstante estimaremos el valor mínimo inicial:

$$Du = 19,1 \text{ m}$$

### 3.4 Estimación del calado (T)

Siguiendo al método utilizado en los anteriores apartados, se estimará el calado.

Figura 8: Regresión relación calado – eslora



Aplicando la recta de regresión se obtiene:

$$y = T/D = 0,0005 \cdot 173,099 + 0,2432 = 0,33 \text{ m}$$

Compruebo con el rango de la relación habitual T/D. El valor no corresponde con el rango habitual pero si se encuentra en el rango de buques referentes que oscila entre 0,24-0,41:

$$T = 0,3297 \cdot 19,1 = 6,298$$

Si comprobamos este valor con la relación LBT-TPM, podría aumentarse en las alternativas hasta 6,43 m

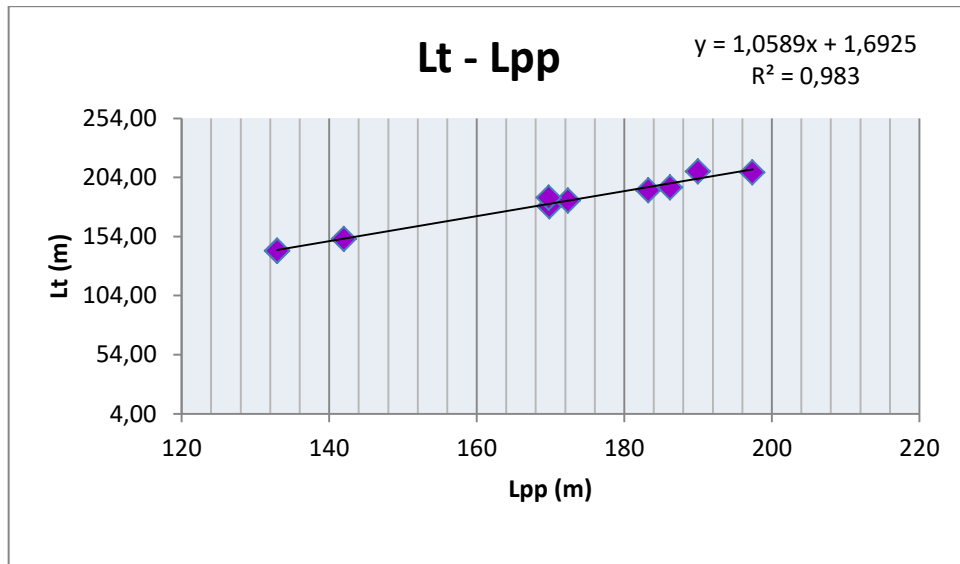
$$T = 6,298 \text{ m}$$



### 3.5 Estimación de eslora total (L)

La estimación la realizaré con la recta de regresión

Figura 9: Regresión relación calado – eslora



Tomando el valor previamente calculado  $x = Lpp = 173,099$  m.

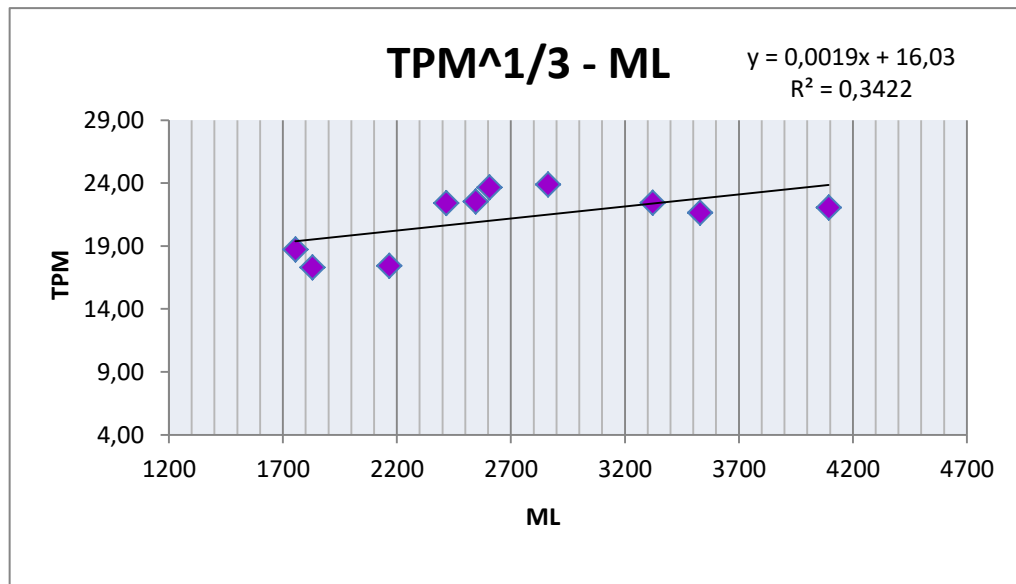
$$y = Lt = 1,0589 \cdot 173,099 + 1,6925 = 184,831 \text{ m}$$

**Lt = 184,831 m**

### 3.6 Estimación de TPM

A modo orientativo se realizará una estimación del valor del peso muerto (TPM), tomando el valor obtenido en función del cubo de los metros lineales ML.

Figura 10: Regresión TPM – metros lineales



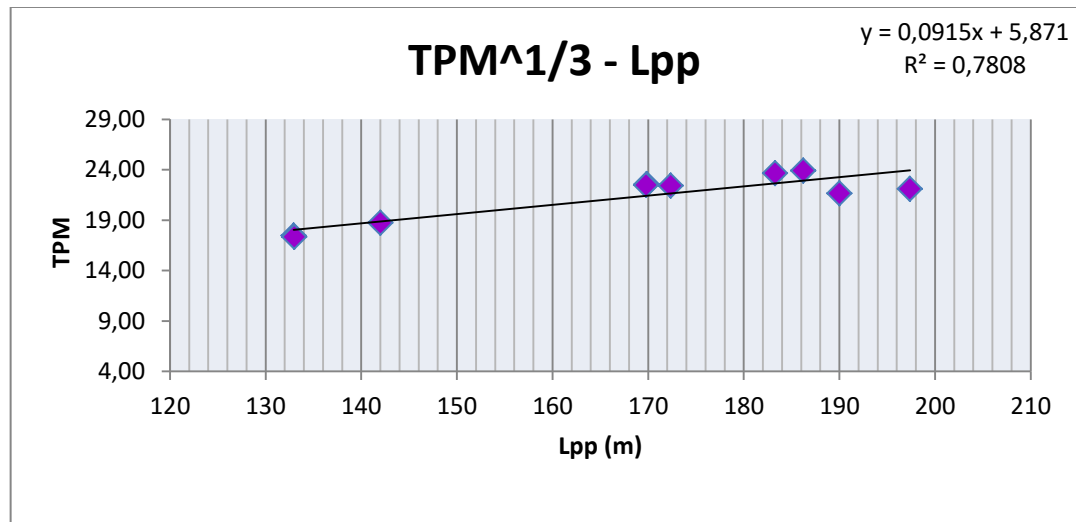
Como se muestra en la gráfica se presenta correlación de los datos por lo que permitirá obtener el desplazamiento en base a los datos. Partiendo de Lpp obtenida aplica en la recta de regresión obtendremos:

$$y = \sqrt[3]{TPM} = 0,0019 \cdot 2800 + 16,03 = 21,35 \text{ t}$$

$$ML = 2800 \text{ m} \rightarrow y^3 = 9731,81 \text{ t}$$

$$TPM = 9731,81 \text{ t}$$

Si nos guiamos por la correlación de datos, ofrece mayor correlación entre TPM y Lpp.



$$y = \sqrt[3]{TPM} = 0,0915 \cdot 173,099 + 5,871 = 21,71 \text{ t}$$

$$Lpp = 173,099 \text{ m} \rightarrow y^3 = 10231,812 \text{ t}$$

**TPM = 10231,812 t**

### 3.7 Dimensiones estimadas

Los valores finales son redondeados al alza. Las dimensiones finales estimadas se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Dimensiones estimadas**

Dimensiones	Unidad
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	173,1 m
Manga de trazado (B)	25,2 m
Calado (T)	6,3 m
Puntal hasta la cubierta superior (Du)	19,1m
Eslora total (L)	184,8 m
Peso muerto (TPM)	10232 t

## 4. Estudio preliminar de la carga

En este estudio se pretende comprobar que las dimensiones estimadas permiten la estiba de la carga planteada en el RPA. Partiendo de que dispondremos la carga en 4 cubiertas incluyendo la cubierta fija para coches y la bodega.

Para conocer la distribución de carga, se partirá de la proporcionalidad en cubierta con el buque base (J.M.Entrecanales). La proporción del área necesaria del total de la cubierta intermedia se repartirá entre la cubierta principal y superior.

Por otra parte, solo se considera la proporción de carga de tráileres dado que se trata del área de carga mayor.

**Tabla 7: Proporciones de carga en buque base**

	Áreas de carga (m <sup>2</sup> )	Metros disponibles (m)	% Área necesaria del total de cbta.	%Metros disponibles	% A. Necesaria del total
<b>Cbta. Bodega</b>	847,67	290	63,72	80,47	8,215
<b>Cbta. Principal</b>	3127,61	1070	77,19	95,25	30,312
<b>Cardeck</b>	121,8	439	27	34,28	1,180
<b>Cbta. Intermedia</b>	3288,375	1125	53,88	93,21	31,870
<b>Cbta. Superior</b>	3054,535	1045	64,8	96,1	29,603

En el buque proyecto se aplica la siguiente proporción:

**Tabla 8: Proporciones de carga en buque proyecto**

	% Área de Carga
<b>Cbta. Bodega</b>	8,22
<b>Cbta. Principal</b>	35,71
<b>Cbta.intermedia</b>	21,07
<b>Cbta. Superior</b>	35,02

#### 4.1 Datos de la carga

Los datos que se consideraran son referidos al tipo de carga a estibar: tráileres de varias modalidades y coches. Los módulos solo estibarán la carga y no llevaran cabezas tractoras, éstas se tomarán de puerto.

**Tabla 9: Dimensiones de trailers**

Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
<b>Contenedor Reefer 40'High cube</b>	12,192	2,438	2,895
<b>Contenedor Reefer 40'</b>	12,192	2,438	2,591
<b>Contenedor dry-cargo 40'</b>	12,192	2,438	2,591
<b>Mafi trailers 40'</b>	12,3	2,49	1,59
<b>Rolltrailers 40'</b>	12,3	2,5	0,75
<b>Contenedor dry-cargo 45'</b>	13,716	2,438	2,591
<b>Mafi trailers 45'</b>	13,8	2,49	1,59

*Fuente:* Varios fabricantes y medidas ISO.

En la cubierta principal o superior podría estibarse una combinación de contenedores de carga seca de 40' o 45' sobre mafi trailers. En el espacio restante podría estibarse contenedores frigoríficos de 40' o 40' High cube sobre mafi trailers también. El uso de rolltrailer se reserva para áreas de altura limitada.

Como se puede comprobar en la tabla, cada módulo de 14,3 m puede albergar la carga citada.

COCHES (incluidos huelgos)

Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
<b>Vehículo compacto</b>	4,5	2	1,7

*Fuente:* Varios fabricantes y medidas ISO.

La carga total de 2800 m.l será distribuida en 2575 m.l para tráiler y 225 m.l para coches.

#### 4.2 Cálculo de la alternativa más exigente

Como ya se citó anteriormente, los metros lineales se medirán por módulos por lo que la carga de tráiler será el referente del cálculo siendo los metros de carretera máximo:

MC0 = 2575 m.l

Para estimar los metros máximos por cubierta (MC\_Cu) se considera la manga de 3 metros para el módulo y de eslora referente, se toma la estimada en la regresión.

$$MC0_{Cu} = Lpp \cdot \frac{B}{3}$$
$$MC0_{Cu} = 173,1 \text{ m} \cdot \frac{25,2}{3} = 1454,04 \text{ m}$$

Para estimar la eslora entre perpendiculares Lpp0\_Cu se aplica según estándar ISO 9367:

$$Lpp0_{Cu} = \frac{MC0_{Cu} - 1000}{25} + 110 = 128,16 \text{ m}$$

Conocida el área necesaria de carga de tráiler **ANCa1= 7725 m<sup>2</sup>** se procede al cálculo por cubiertas.

#### 4.3 Cálculo por cubiertas

Se obtienen las dimensiones del buque mediante que ecuaciones que relacionan la dimensión de la carga que se distribuirá en la cubierta de bodega, cubierta principal, cubierta fija intermedia y cubierta superior.

- CUBIERTA PRINCIPAL

- i. El área necesaria de carga para esta cubierta sería:

$$ANCa_{CP} = 35,71\% \cdot ANCa1 = 2758,59 \rightarrow 2756 \text{ m}^2$$

- ii. El número de tráiler (NT) en la cubierta será:

$$NT_{CP} = \frac{ANCa_{CP}}{14,3 \cdot 3} = 64,24 \rightarrow 64 \text{ trailer}$$

- iii. El número de tráiler en eslora (NTL) en la cubierta será:

$$NTL_{CP} = \frac{Lpp \cdot 95\%}{14,3} = 10,934 \rightarrow 10 \text{ trailer}$$

- iv. El número de tráiler en manga (NTB) en la cubierta será:

$$NTB_{CP} = \frac{NT_{CP}}{NTL_{CP}} = 6,4 \rightarrow 6 \text{ trailer}$$

Partiendo de lo anterior se obtiene el valor en manga teórico B1:

$$B1_{CP} = NTB_{CP} \frac{3}{95\%} = 18,947 \text{ m}$$

Los metros reales de carretera serán:

$$MC_{CP} = NT_{CP} \cdot 14,3 = \mathbf{915,2 \text{ ml}}$$

Los metros teóricos de carretera (MCT) serán:

$$MCT_{CP} = \frac{MC_{CP}}{95\%} = 963,368 \text{ ml}$$

- CUBIERTA BODEGA

- i. El área necesaria de carga para esta cubierta sería:

$$ANCa_{HOLD} = 8,2\% \cdot ANCa1 = 633,45 \text{ m}^2$$

- ii. El número de tráiler (NT) en la cubierta será:

$$NT_{HOLD} = \frac{ANCa_{HOLD}}{14,3 \cdot 3} = 14,8 \rightarrow 14 \text{ trailer}$$

- iii. El número de tráiler en eslora (NTL) en la cubierta será:

$$NTL_{HOLD} = \frac{Lpp \cdot 81\%}{14,3} = 6,97 \rightarrow 7 \text{ trailer}$$

- iv. El número de tráiler en manga (NTB) en la cubierta será:

$$NTB_{HOLD} = \frac{NT_{HOLD}}{NTL_{HOLD}} = 14 \rightarrow 14 \text{ trailer}$$

Partiendo de lo anterior se obtiene el valor en manga teórico B2:

$$B2_{HOLD} = NTB_{HOLD} \frac{3}{81\%} = 25,93 \text{ m}$$

Los metros reales de carretera serán:

$$MC_{HOLD} = NT_{HOLD} \cdot 14,3 = \mathbf{30,03 \text{ ml}}$$

Los metros teóricos de carretera (MCT) serán:

$$MCT_{HOLD} = \frac{MC_{HOLD}}{81\%} = 37,4 \text{ ml}$$

#### CUBIERTA INTERMEDIA

- i. El área necesaria de carga para esta cubierta sería:

$$ANCa_{CS} = 21,07\% \cdot ANCa1 = 1627,65 \rightarrow 1628 \text{ m}^2$$

- ii. El número de tráiler (NT) en la cubierta será:

$$NT_{Ci} = \frac{ANCa_{Ci}}{14,3 \cdot 3} = 37,95 \rightarrow 37 \text{ trailer}$$

- iii. El número de tráiler en eslora (NTL) en la cubierta será:

$$NTL_{ci} = \frac{Lpp \cdot 93,21\%}{14,3} = 10,729 \rightarrow 10 \text{ trailer}$$

- iv. El número de tráiler en manga (NTB) en la cubierta será:

$$NTB_{ci} = \frac{NT_{ci}}{NTL_{ci}} = 3,7 \rightarrow 3 \text{ trailer}$$

Partiendo de lo anterior se obtiene el valor en manga teórico B3:

$$B3_{CI} = NTB_{CI} \frac{3}{93,21\%} = 25,748 \text{ m}$$

Los metros reales de carretera serán:

$$MC_{CI} = NT_{CI} \cdot 14,3 = \mathbf{1172,6 \text{ ml}}$$

Los metros teóricos de carretera (MCT) serán:



$$MCT_{CS} = \frac{MC_{CI}}{93,21\%} = 1258,02 \text{ ml}$$

- CUBIERTA SUPERIOR

- v. El área necesaria de carga para esta cubierta sería:

$$ANCa_{CS} = 35,02\% \cdot ANCa1 = 2705,295 \rightarrow 2706 \text{ m}^2$$

- vi. El número de tráiler (NT) en la cubierta será:

$$NT_{CS} = \frac{ANCa_{CS}}{14,3 \cdot 3} = 63,07 \rightarrow 63 \text{ trailer}$$

- vii. El número de tráiler en eslora (NTL) en la cubierta será:

$$NTL_{CS} = \frac{Lpp \cdot 96\%}{14,3} = 11,05 \rightarrow 11 \text{ trailer}$$

- viii. El número de tráiler en manga (NTB) en la cubierta será:

$$NTB_{CS} = \frac{NT_{CS}}{NTL_{CS}} = 5,727 \rightarrow 5 \text{ trailer}$$

Partiendo de lo anterior se obtiene el valor en manga teórico B3:

$$B4_{CS} = NTB_{CS} \frac{3}{96\%} = 15,625 \text{ m}$$

Los metros reales de carretera serán:

$$MC_{CS} = NT_{CS} \cdot 14,3 = \mathbf{900,9 \text{ ml}}$$

Los metros teóricos de carretera (MCT) serán:

$$MCT_{CS} = \frac{MC_{CS}}{96\%} = 938,44 \text{ ml}$$

Partiendo de los valores de mangas obtenidos previamente se estimará el valor promedio dicho valor con el máximo:

$$\text{Max.}[18,947;25,93;25,748;15,625] = 21,562.$$

Los valores iniciales estimados para la carga serían:

$$B0_{CU} = 21,562 \text{ m.} ; L0_{CU} = 128,16 \text{ m.}$$

Dichos valores son meras estimaciones y pueden variar con la distribución de carga que se verá en apartados posteriores.

## 5. Coeficientes

### 5.1 Cálculo del coeficiente de bloque (CB)

El coeficiente de bloque da la relación entre el volumen de carena del buque y el paralelepípedo que contiene al casco. Asimismo, se relaciona en mayor parte con el cálculo de desplazamiento, potencia propulsiva requerida y capacidad de carga.

$$CB = \frac{\Delta}{L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot \gamma_{AS}}$$

El valor del coeficiente de bloque ha de adecuarse a la relación empírica con el número de Froude correspondiente, siendo este:

$$Fn = \frac{V \text{ (m/s)}}{\sqrt{g \cdot \left(\frac{m}{s^2}\right) \cdot L_{pp}(m)}} \quad Fn = \frac{25 \text{ nudos} \cdot 0,5144 \text{ m/s}}{\sqrt{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 173,1 \text{ m}}} = 0,312$$

Para una primera estimación se puede utilizar la fórmula de Katsoulis. No obstante se realizará el cálculo con distintas formulaciones propuestas por distintos autores, obteniéndose el valor medio con menor diferencia porcentual respecto al CB del buque proyecto. Por otra parte se aplicará la fórmula que mejor se ajusta al CB real de buques de referencia. Debido a que solo se dispone el CB de un buque de referencia (Wedelsborg), se aplicará solo sobre éste.

#### 5.1.1 Fórmula de Alexander

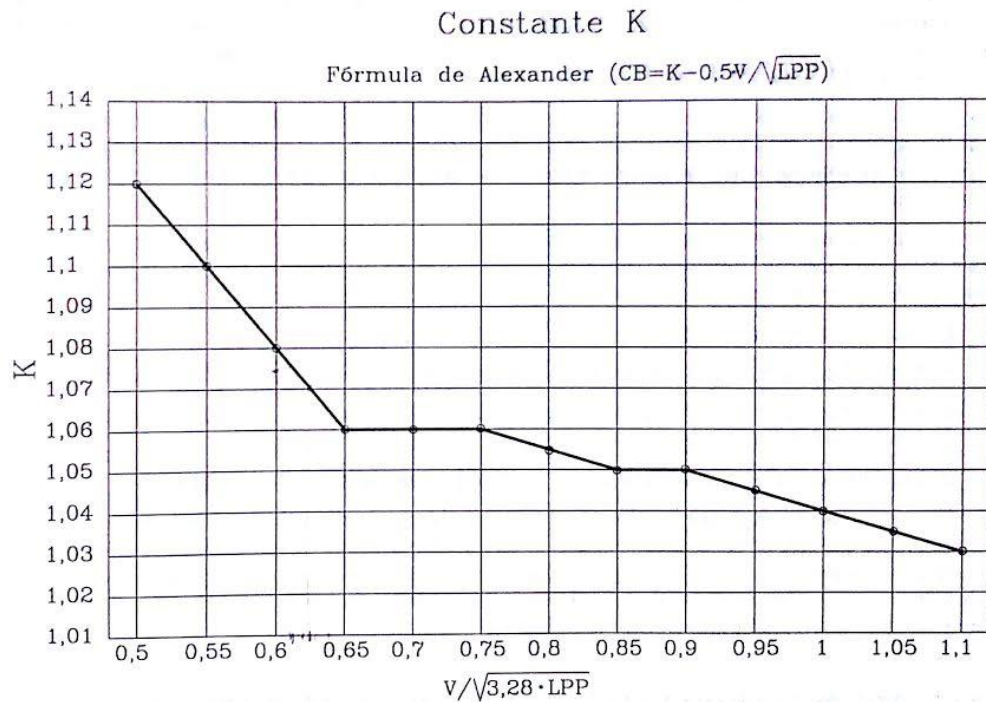
Se trata de una fórmula eficaz si se ajusta el coeficiente K que se puede obtener partiendo de la gráfica o de la aplicación de la fórmula a un buque moderno.

$$CB = K - \frac{0,5 \cdot V}{\sqrt{L_{pp}}}$$

Donde:

- K = coeficiente que varía entre 1,03 para buques rápidos y 1,12 para buques lentos. Se obtendrá la gráfica ya que no disponemos de CB real.
- V = velocidad expresada en nudos.
- $L_{pp}$  = eslora entre perpendiculares.

**Figura 11: Gráfica Constante K**



El valor de K de la gráfica resultante es 1,035 partiendo de:

$$\frac{V}{\sqrt{3,28 \cdot Lpp}} = \frac{25 \text{ nudos}}{\sqrt{3,28 \cdot 173,1 \text{ m}}} = 1,049$$

Para el buque de proyecto se obtiene:

$$CB = 1,035 - \frac{0,5 \cdot 25 \text{ nudos}}{\sqrt{173,1 \text{ m}}} = 0,085$$

### 5.1.2 Fórmula de Townsin

$$CB = 0,7 + \frac{1}{8} \operatorname{atan} \frac{(23 - 100 \cdot Fn)}{4}$$

$$CB = 0,7 + \frac{1}{8} \operatorname{atan} \frac{(23 - 100 \cdot 0,312)}{4} = 0,888$$

$$\frac{V}{\sqrt{3,28 \cdot L_{pp}}} \quad \frac{25 \text{ nudos}}{\sqrt{3,28 \cdot 173,1 \text{ m}}} = 1,049$$

Para el buque de proyecto se obtiene:

$$CB = 1,035 - \frac{0,5 \cdot 25 \text{ nudos}}{\sqrt{173,1 \text{ m}}} = \mathbf{0,085}$$

### 5.1.2 Fórmula de Townsin

$$CB = 0,7 + \frac{1}{8} \operatorname{atan} \frac{(23 - 100 \cdot Fn)}{4}$$

$$CB = 0,7 + \frac{1}{8} \operatorname{atan} \frac{(23 - 100 \cdot 0,312)}{4} = \mathbf{0,888}$$

### 5.1.3 Fórmula de Schneekluth

Presenta dos fórmulas válidas para los límites de  $0,48 < CB < 0,85$  y  $Fn$  entre 0,14 y 0,32. En este caso se encuentra en el límite superior de  $Fn$  por lo que no se aplica al buque proyecto.

Opción a)

$$CB = \frac{0,14}{Fn} \cdot \frac{\left(\frac{L_{pp}}{B} + 20\right)}{26} \quad CB = \frac{0,14}{Fn} \cdot \frac{\left(\frac{173,1}{25,2} + 20\right)}{26} = 0,464$$

Opción b)

$$CB = \frac{0,23}{Fn^{2/3}} \cdot \frac{\left(\frac{L_{pp}}{B} + 20\right)}{26} \quad CB = \frac{0,23}{Fn^{2/3}} \cdot \frac{\left(\frac{173,1 \text{ m}}{25,2 \text{ m}} + 20\right)}{26} = 0,517$$

### 5.1.4 Fórmula de Katsoulis

$$CB = 0,8217 \cdot f \cdot L_{pp}^{0,42} \cdot B^{-0,3072} \cdot T^{0,1721} \cdot V^{-0,6135}$$

Siendo  $f$  el factor de corrección. Para el buque proyecto el  $f$  de Roros = 0,97

$$CB = 0,8217 \cdot 0,97 \cdot 173,1^{0,42} \cdot 25,2^{-0,3072} \cdot 6,3^{0,1721} \cdot 25^{-0,6135} = \mathbf{0,491}$$

### 5.1.5 Fórmula de Munro Smith

Para cargueros en general sería:

$$CB = 1 - 0,23 \cdot \frac{V}{\sqrt{L}}$$

$$CB = 1 - 0,23 \cdot \frac{25kn \cdot \frac{0,5144 \left(\frac{m}{s}\right)}{kn}}{\sqrt{173,1 m}} = 0,775$$

### 5.1.6 Fórmula de Kerlen

Sólo es válido para  $CB > 0,78$ , por lo que este caso no se considera.

$$CB = 1,179 - 2,026 \cdot Fn$$

$$CB = 1,179 - 2,026 \cdot 0,312 = 0,547$$

### 5.1.7 Fórmula de Van Lammeren

$$CB = 1,137 - 0,6 \cdot \frac{V}{\sqrt{L_{pp}}}$$

$$CB = 1,137 - 0,6 \cdot \frac{25 kn \cdot \frac{0,5144 \left(\frac{m}{s}\right)}{kn}}{\sqrt{173,1 m}} = 0,551$$

### 5.1.8 Fórmula de Luna

$$CB = 0,88 - 0,7 \cdot Fn + 0,01 \cdot \left(\frac{L_{pp} - 100}{L_{pp}}\right)^3$$

$$CB = 0,88 - 0,7 \cdot Fn + 0,01 \cdot \left(\frac{171,3 m - 100}{171,3 m}\right)^3 = 0,662$$

A continuación se muestra una relación de medias de las formulaciones de CB aplicadas a los buques de referencia y al buque proyecto.

**Tabla 10: Coeficientes de bloque con distintas formulaciones**

	<b>Medias B. referencia</b>	<b>CB B. proyecto</b>	<b>Diferencia (%)</b>
<b>Formula Alexander</b>	<b>0,233</b>	<b>0,085</b>	<b>14,83%</b>
<b>Formula Townsin</b>	<b>0,889</b>	<b>0,888</b>	<b>0,07%</b>
<b>Formula Schneekluth</b>	<b>0,603</b>	<b>0,464</b>	<b>13,98%</b>
<b>Formula Schneekluth</b>	<b>0,603</b>	<b>0,517</b>	<b>8,63%</b>
<b>Formula Katsoulis</b>	<b>0,559</b>	<b>0,491</b>	<b>6,79%</b>
<b>Formula Munro-Smith</b>	<b>0,816</b>	<b>0,775</b>	<b>4,06%</b>
<b>Formula Kerlen</b>	<b>0,657</b>	<b>0,547</b>	<b>11,04%</b>
<b>Formula Van Lammeren</b>	<b>0,653</b>	<b>0,551</b>	<b>10,27%</b>
<b>Formula Luna</b>	<b>0,702</b>	<b>0,662</b>	<b>3,93%</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

Como muestra en la tabla, el de menor diferencia porcentual es el la fórmula de Townsin pero una parte no es muy fiable porque se obtienen valores muy similares sobre 0,888 para todos los buques. Por esta razón se elegirá como fórmula de estimación la que menor diferencia muestre con el CB real de un buque referente.

**Tabla 11: Comparativa de coeficientes de bloque**

	CB.real (Wedellsborg)	CB fórmula	Diferencia (%)
<b>Formula Alexander</b>	<b>0,719</b>	<b>0,446</b>	<b>27,29%</b>
<b>Formula Townsin</b>	<b>0,719</b>	<b>0,889</b>	<b>-17,03%</b>
<b>Formula Schneekluth</b>	<b>0,719</b>	<b>0,681</b>	<b>3,78%</b>
<b>Formula Schneekluth</b>	<b>0,719</b>	<b>0,714</b>	<b>0,53%</b>
<b>Formula Katsoulis</b>	<b>0,719</b>	<b>0,629</b>	<b>8,99%</b>
<b>Formula Munro-Smith</b>	<b>0,719</b>	<b>0,855</b>	<b>-13,57%</b>
<b>Formula Kerlen</b>	<b>0,719</b>	<b>0,770</b>	<b>-5,14%</b>
<b>Formula Van Lammeren</b>	<b>0,719</b>	<b>0,758</b>	<b>-3,90%</b>
<b>Formula Luna</b>	<b>0,719</b>	<b>0,740</b>	<b>-2,05%</b>

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula válida que mejor se ajusta sin restricciones de aplicación es la fórmula de Luna y la de Schneekluth (2ª opción), optando por el valor más restrictivo se toma el valor del CB de Luna.

$$CB = 0,662$$

## 5.2 Cálculo de otros coeficientes geométricos (CM, CP)

### 5.2.1 Coeficiente de la maestra (CM)

El coeficiente de la sección relaciona el área de la sección maestra y el rectángulo que la circunscribe. Este valor influye en la resistencia a la marcha.

$$C_m = \text{Área de sección maestra} / \text{Área rectángulo} = A_m / (B \times T)$$

Utilizando la fórmula de M. Meizoso para Ro-Ros, obtenemos el coeficiente CM en función del número de Froude:

$$CM = 1 - 0,062 \cdot Fn^{0,792}$$

Con  $Fn = 0,312$  se obtiene:

$$CM = 0,975$$

### 5.2.2 Coeficiente prismático longitudinal (CP)

Relación entre el desplazamiento de un buque y el producto de su eslora en la línea de flotación y el área de su sección transversal media por debajo de la superficie del agua.

$$CP = CB/CM$$

Este coeficiente es utilizado para calcular la resistencia a la marcha especialmente en buques rápidos. Como resultado de la fórmula se obtiene:

$$CP = 0,679$$

## 6. Cifra de mérito: estudio de alternativas

La cifra de mérito pretende optimizar la elección de la mejor configuración. En este proyecto se tendrá el criterio de un coste mínimo de construcción favorable para el astillero. Este criterio se aplica a la construcción del buque o en la oferta económica satisfaciendo las condiciones del RPA para lo que se realiza una previa evaluación técnica de las alternativas detalladas en el siguiente apartado.

No se considera el criterio de inversión total o coste de ciclo de vida por desconocimiento de datos económicos de la operación del buque.

El buque será óptimo para un valor mínimo del coste de construcción (CC) dado por:

$$CC = CM_G + CE_q + CM_O + CV_a$$

Siendo:

$CM_G$ , Coste de materiales a granel

$CE_q$ , Coste de equipos

$CM_O$ , Coste de mano de obra

$CV_a$ , Costes varios

En los siguientes apartados se desglosan los costes de construcción.



## 6.1 Coste de materiales a granel ( $CM_G$ )

Se calcula con la siguiente expresión:

$$CM_g = cmg \times PS = (ccs \times cas \times cem \times ps) \times PS$$

- ccs, coeficiente ponderado de chapas y acero de distintas calidades. Adquiere valores distintos valores según sea acero estándar o inoxidable  $1,05 < ccs < 1,5$ . Para el proyecto se adquiere 1,5 para acero de alta resistencia.
- cas, Coeficiente de aprovechamiento del acero. Varía entre  $1,08 < cas < 1,15$  según el tamaño del buque. Se tomará el valor de 1,15.
- cem, incremento por equipo metálico incluido en la estructura (escotillas, barandillas, etc.). Varía entre  $1,03 < cas < 1,10$  según el tamaño del buque. Se tomará el valor de 1,10.
- ps, precio unitario del acero de referencia. Se tomará el valor de 450€/t.
- PS, Peso de acero del buque. De acuerdo al libro de “Proyectos de buques y artefactos” se estima a partir de lo siguiente:

$$PS = K \times L \times B \times D \times \left(\frac{L}{D}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo  $K = 0.3$

## 6.2 Coste de mano de obra ( $CM_o$ )

$$CM_o = CM_m + CMe = (chm \times csh \times PS) + CMe$$

- $CM_m$ , coste de mano de obra de montaje del material a granel.
  - a) chm, coste horario medio del astillero oscila entre 25-40€/h. Tomándose el valor de 35 €/h.
  - b) csh, coeficiente de horas por unidad de peso. Varía entre 30-80 h/tonelada. Tomaremos un valor intermedio de 60 h/tonelada.

- $CM_e$ , coste de mano de obra de montaje de los equipos e instalaciones del buque.

### 6.3 Coste de equipos del buque y montaje (CEq)

Se incluye el coste de sistemas de carga y descarga, equipos de propulsión, habilitación y restantes.

$$CE_q + CM_E = CE_c + CE_p + CH_f + CE_r$$

- $CM_E$ , coste de mano de obra del montaje de todo el servicio o sistema.
- $CE_c$ , coste de equipos de manipulación y contención de carga y de montaje. Se supone un coste constante para todas las alternativas. No se considera en la cifra de mérito.
- $CE_p$ , coste de equipos de propulsión, auxiliares y su montaje. Equivalente a:  
 $CE_p = cep \times BP$ .
  - a) cep, coste unitario de potencia propulsora variable entre 300-400 €/KW. Se tomará el valor medio de 350 €/Kw.
  - b) BP, Potencia propulsora expresado en HP. Se estima mediante la fórmula de D.M.G. Watson.

$$BP = \frac{0.889 \cdot \Delta^{\frac{2}{3}} \cdot (40 - \frac{Lpp}{61} + 400 \cdot (K - 1)^2 - 12 \cdot CB}{15000 - 1,81N \cdot \sqrt{Lpp}} \cdot V^3$$

Siendo:

K, Constante de la fórmula de Alexander. Como previamente se obtuvo de la fórmula, se tomará el valor de 1,08. Los valores se comprenden desde 1,03 -1,12 para buques lentos y rápidos respectivamente.

$$CB = \frac{k - 0,5 \cdot V}{\sqrt{3,28 \cdot Lpp}}$$

V, velocidad en nudos, en condiciones de pruebas a plena carga.

N, r.p.m del motor propulsor. En base a los datos de buques de referencia de similar capacidad al buque proyecto se tomará el valor de 600 r.p.m al 100% MCR.

- CH<sub>f</sub> , coste unitario de la habilitación por tripulante y su montaje. Equivalente a: CH<sub>f</sub> = chf X nch X NT.
  - a) chf, coeficiente de coste unitario de la habilitación por tripulante. Oscila entre 32000 y 35000 €/tripulante para el año 2002. Estimándose el valor de 34000 €.
  - b) nch, coeficiente de nivel de calidad de la habilitación que oscila entre 0,9 y 1,2. Se tomará 1,2 para considerar la importancia de los armadores en el acabado.
  - c) NT, número de tripulantes. De acuerdo al RPA se tomará el valor de 18+ 12 conductores sumando el total de 30.
- CE<sub>r</sub>, coste de equipo restante incluido su montaje. Equivalente a: CE<sub>r</sub> = ccs X ps X PEr.
  - a) PEr, peso de equipo restante. Se obtiene de la siguiente fórmula:

$$PEr = K \times L^{1,3} \times B^{0,8} \times D^{0,3}$$

La constante K varía entre 0,3-0,5. Se tomará el valor medio de 0,4.

#### 6.4 Coste varios (CVa)

Son costes referidos indirectamente al producto (construcción del buque) y directos al astillero como por ejemplo: Sociedades de Clasificación.

$$CV_a = cva \times CC$$

- Cva, coeficiente de costes varios que oscila entre el 5% y el 10%. Se considera el 10%.

## 7. Generación y selección de alternativas

### 7.1 Modificación de las dimensiones iniciales

Se variaran los valores iniciales calculados previamente de eslora entre perpendiculares (Lpp), manga de trazado (B), calado (T), puntal (D) con la condición de cumplir con las características del RPA y manteniendo las relaciones adimensionales habituales de los buques de referencia.

La carga a transportar del buque será de dos tipos lo que supone áreas de carretera diferentes por lo que se adoptará la mejor alternativa cuyas áreas ya se citaron en apartados previos.

La mayor área de carga es la de tráiler por lo que se estudiará esta como referente para la modificación de dimensiones principales. Las dimensiones de partida serán las indicadas en la Tabla 14. Las alternativas son generadas bajo los siguientes criterios:

- Eslora*: se tratará para carga modular. Se aumentará y disminuirá la eslora en 14,3 m y a este valor se le aplicará un incremento proporcional del 5-20% para ajustar más el resultado. El margen de aparcamiento de tráiler va incluido en la medida del aparcamiento de cada módulo.
- Manga*: Se aumentará o disminuirá el valor de manga el ancho de carretera (3 m) que permitirá conocer la posibilidad de disponer o no de una carretera.
- Calado*: se partirá de la siguiente expresión:

$$T_{ij} = \frac{\Delta_0}{1,026 \cdot L_i \cdot B_{ij} \cdot CB_i}$$

d) *Puntal*: como en el calado se parte de la siguiente expresión:

$$D_{ij} = \left( \frac{L_0 \cdot B_0}{L_i \cdot B_{ij}} \right) \cdot D_0$$

e) *Coeficiente prismático*: la variación de este coeficiente se hará partiendo de la siguiente expresión:

$$CP_{ik} = CP_{i0} + cpk$$

Siendo:

- i.  $CP_{i0} = 1,23 - 2,12 \times Fn_i$  donde  $Fn$  es el número de Froude.
- ii.  $Cpk = 0,01; 0,02; 0,03$

f) *Coeficiente de la maestra*: se estimará con la fórmula de Meizoso.

$$CM_i = 1 - 0,062 \cdot Fn_i^{0,792}$$

g) *Coeficiente de bloque*: se estimará con la fórmula siguiente:

$$CB_i = CP_{ik} \cdot CM_i$$

h) *Desplazamiento*: se empleará el valor de la fórmula:

$$\Delta_{ijk} = 1,026 \cdot CB_{ik} \cdot Lpp_i \cdot B_{ij} \cdot T_{ij}$$

Las alternativas generadas bajo los criterios citados se muestran en el Anexo II.

## 7.2 Selección de alternativas

Una vez que se generan las alternativas dimensionales, en las que se combina la alternativa de la eslora con todas las alternativas de manga, se obtienen 55 alternativas. Estas alternativas se filtran con la condición de que las dimensiones estén entre el rango establecido.

En este caso se han tomado los extremos de los rangos de las relaciones dimensionales de los buques de referencia y los rangos habituales para  $10 < \text{TPM}/10 < 20$  puesto que la mayoría pertenecen a este grupo, pero para contemplar las excepciones se consideran los valores máximos y mínimos (en negrita) de la combinación de ambos rangos de la Tabla 12.

**Tabla 12: Rango de relaciones adimensionales referentes y habituales**

	<b>Lpp/B</b>	<b>T/Dcs</b>	<b>Lpp/Dcs</b>	<b>B/Dcs</b>	<b>B/T</b>	<b>Lpp x B</b>
<b>Máx. referentes</b>	<b>7,59</b>	<b>0,41</b>	<b>10,26</b>	<b>1,49</b>	<b>4,81</b>	<b>5132,14</b>
<b>Mín. referentes</b>	<b>5,32</b>	<b>0,24</b>	<b>6,23</b>	<b>1,13</b>	<b>3,54</b>	<b>3059,00</b>
<b>Máx. habituales</b>	<b>6,50</b>	<b>0,47</b>	<b>11,00</b>	<b>1,70</b>	<b>4,00</b>	
<b>Mín. habituales</b>	<b>5,10</b>	<b>0,35</b>	<b>8,00</b>	<b>1,20</b>	<b>2,80</b>	

Finalmente los rangos de valores adimensionales resultan de la siguiente manera:

**Tabla 13: Rango de relaciones adimensionales referentes**

	<b>Lpp/B</b>	<b>T/Dcs</b>	<b>Lpp/Dcs</b>	<b>B/Dcs</b>	<b>B/T</b>	<b>Lpp x B</b>
<b>Máximos</b>	<b>7,59</b>	<b>0,47</b>	<b>11</b>	<b>1,7</b>	<b>4,81</b>	<b>5132,14</b>
<b>Minimos</b>	<b>5,10</b>	<b>0,24</b>	<b>6,23</b>	<b>1,13</b>	<b>2,8</b>	<b>3059</b>

Con estas condiciones se han filtrado 5 alternativas, el resto de alternativas han sido rechazadas porque no cumplían todas las condiciones. Con las 5 alternativas filtradas se han generado nuevas alternativas derivadas del coeficiente prismático (CP).

La alternativa elegida ha de cumplir las condiciones dimensionales impuestas y las del RPA. Además de todas las alternativas que cumplan, se elegirá la de menor valor de cifra de mérito, en este caso, la de menor coste de construcción.

Las alternativas filtradas se recogen en el Anexo II, donde se muestra que la alternativa que cumple los requerimientos y de menor coste es la alternativa nº51 para un  $c_{pk} = 0.01$  del CP.

**Tabla 14: Dimensiones finales**

Dimensión	
<b>Eslora entre perpendiculares (Lpp)</b>	179,44 m
<b>Manga (B)</b>	25,2 m
<b>Puntal a la cubierta superior (Du)</b>	18,42 m
<b>Calado (T)</b>	6,04 m
<b>CB</b>	0,666
<b>CM</b>	0,976
<b>CP</b>	0,59
<b>Velocidad</b>	25 nudos
<b>Coste de construcción (CC)</b>	61.470.982 €

## 8. Comprobación de la capacidad de carga

Partiendo de la relación de áreas necesarias y metros teóricos disponibles por cubierta se impone la condición de que los metros reales de carga sean mayores que los estimados, al igual que la capacidad para coches

$$MC \geq MC0 ; NV \geq NV0$$

Los datos obtenidos serán valores máximos a disponer por cubierta, por lo que serán susceptibles de cambio debido a espacios a considerar reservados a adicionales servicios auxiliares de propulsión y medios de carga impuestos en el RPA.

### 8.1 Cubierta principal

Se analiza la carga de tráileres y se utilizan los valores de la alternativa seleccionada para las dimensiones de la tabla 14:

$$NTL_{CP} = \frac{L_{ppi} \cdot 95\%}{14,3} = 11,92 \rightarrow 11 \text{ trailer}$$

$$NTB_{CP} = B_{ij} \frac{95\%}{3} = 7,98 = 7 \text{ trailer}$$

$$NT_{CP} = NTL_{CP} \cdot NTB_{CP} = 77 \text{ trailer}$$

### 8.2 Cubierta superior

$$NTL_{CP} = \frac{L_{ppi} \cdot 96\%}{14,3} = 12,04 \rightarrow 12 \text{ trailer}$$

$$NTB_{CP} = B_{ij} \frac{96\%}{3} = 8,064 = 8 \text{ trailer}$$

$$NT_{CP} = NTL_{CP} \cdot NTB_{CP} = 96 \text{ trailer}$$

### 8.3 Cubierta de la bodega

$$NTL_{HOLD} = \frac{L_{ppi} \cdot 80\%}{14,3} = 10,038 \rightarrow 10 \text{ trailer}$$

$$NTB_{HOLD} = B_{ij} \frac{80\%}{3} = 6,72 = 6 \text{ trailer}$$

$$NT_{HOLD} = NTL_{CP} \cdot NTB_{CP} = 60 \text{ trailer}$$



### 8.3 Cubierta intermedia

$$NTL_{HOLD} = \frac{Lppi * 0,6 \cdot 93,21\%}{14,3} = 7,017 \rightarrow 7 \text{ trailer}$$

$$NTB_{HOLD} = B_{ij} \frac{93,21\%}{3} = 7,829 = 8 \text{ trailer}$$

$$NT_{HOLD} = NTL_{CP} \cdot NTB_{HOLD} = 56 \text{ trailer}$$

### 8.4 Cubierta fija, cardeck

$$NCL_{CARDECK} = \frac{Lppi \cdot 34\%}{4,5} = 13,558 \rightarrow 13 \text{ coches}$$

$$NCB_{CARDECK} = B_{ij} \frac{34\%}{2} = 4,284 = 4 \text{ coches}$$

$$NT_{CARDECK} = NTL_{CP} \cdot NCB_{CARDECK} = 52 \text{ coches}$$

### 8.5 Distribución de la carga

Considerando la alternativa seleccionada, se redistribuirá la carga como indica la tabla 15, reduciendo la capacidad en las cubiertas estudiadas y añadiendo la nueva zona de carga a la cubierta elevable entre la cubierta principal y superior. La cubierta superior difiere bastante a lo estudiado debido a la incorporación de los tanques LNG.

**Tabla15: Resumen de distribución de carga**

	NTL	NTB	Total TL	NCL	NCB	Total Car
<b>Bodega</b>	4	5	17			
<b>Cbta. Principal</b>	11	7	66			
<b>Cbta. Superior</b>	8	7	48			
<b>Cbta. Fija</b>				9	6	50
<b>Cbta. elevable</b>	8	7	49			

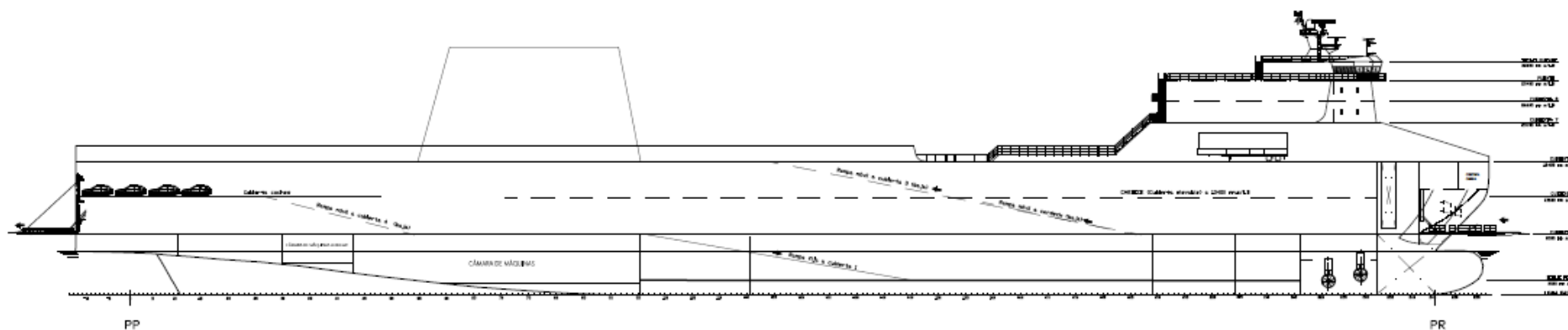


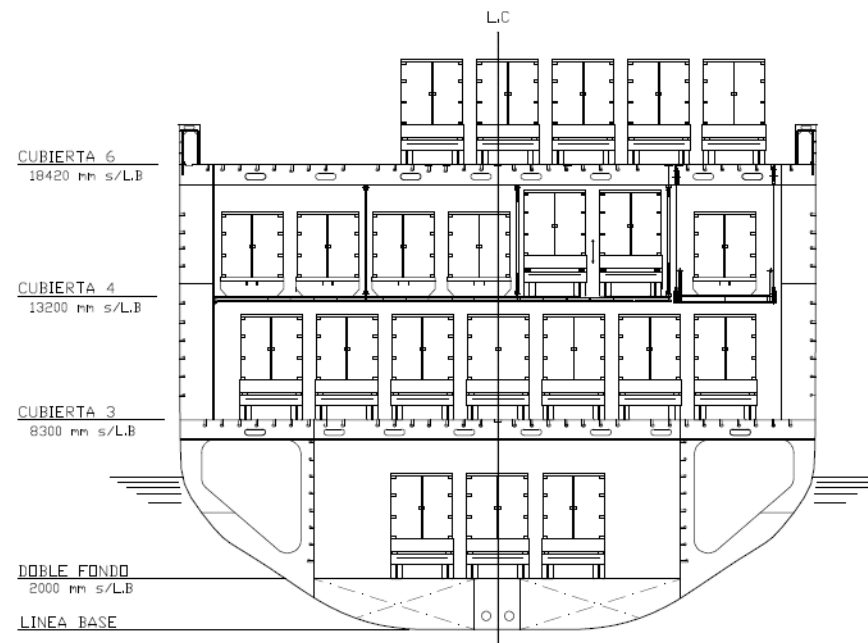
Cuad.1: Elección de la cifra de Mérito y Definición de alternativas

Noelia López Puentenueva

## 8.6 Croquis preliminar

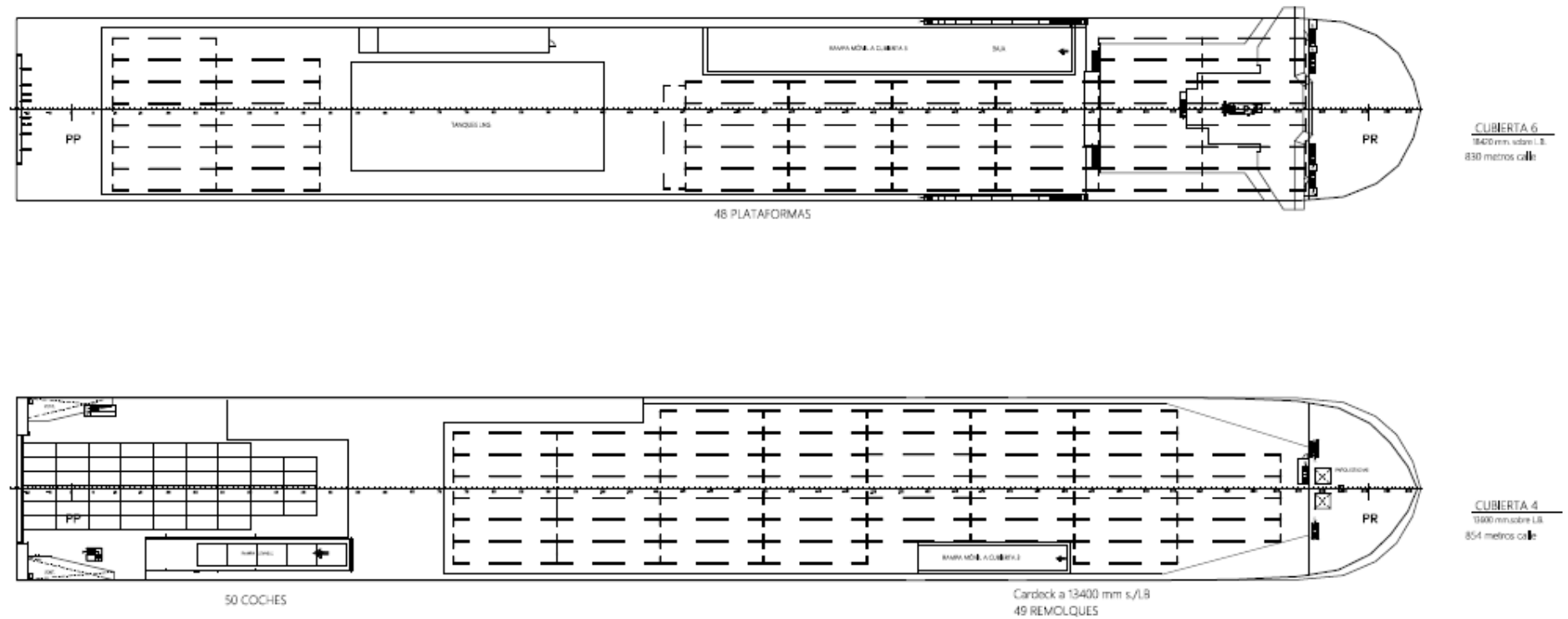
Se muestra el croquizado de la disposición general según la alternativa adoptada que se detallará en el Cuaderno 7.

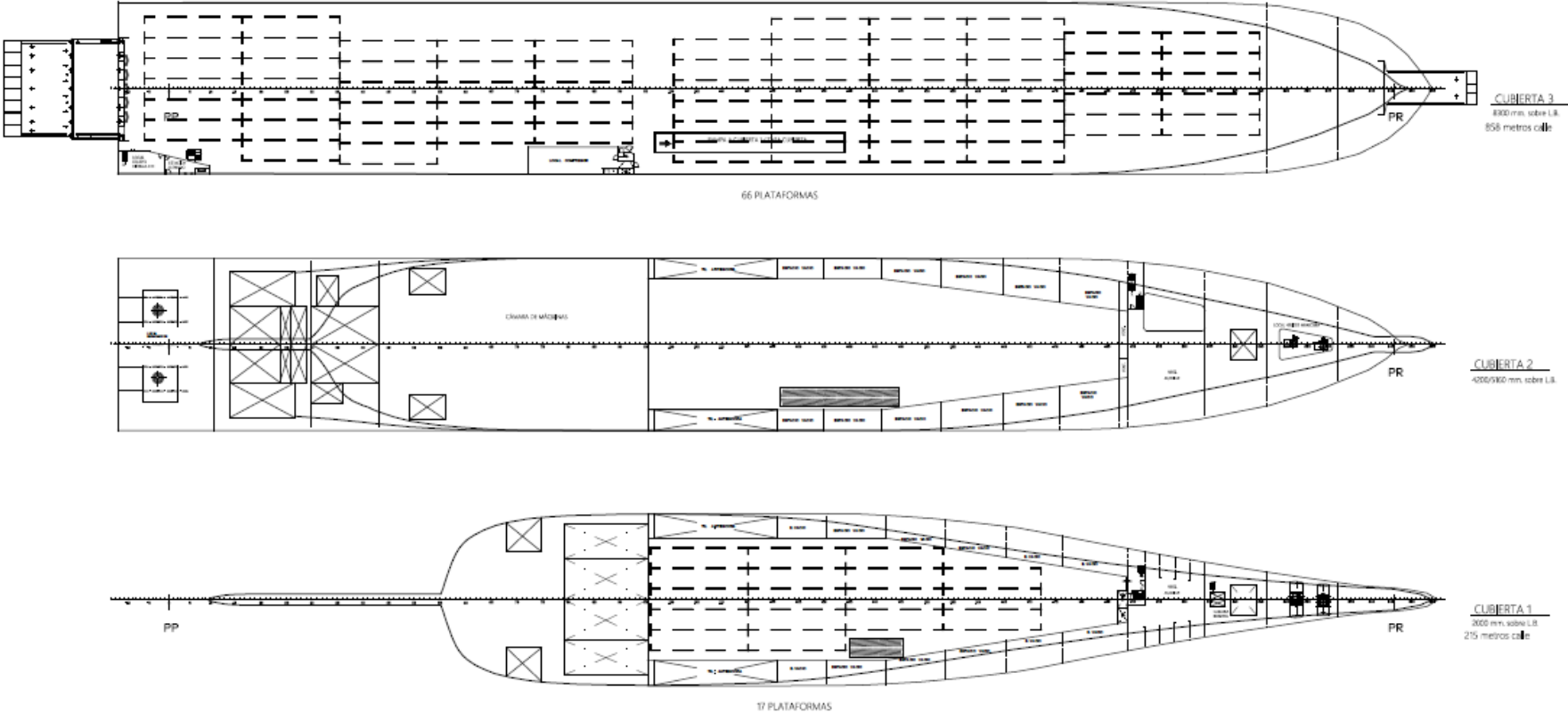




## SECCIÓN TRANSVERSAL

Cuaderna 157







## 9. Estimación preliminar de pesos

Con las dimensiones seleccionadas se estimará inicialmente el peso en rosca y el peso muerto.

### 9.1 Peso en rosca

En primer lugar se procede a un cálculo inicial del peso en rosca y su centro de gravedad que será ajustado en fases posteriores del proyecto debido a que está condicionado por factores desconocidos hasta el momento.

El peso en rosca se divide en tres grupos:

1. Estructura de acero
2. Equipo y habilitación
3. Maquinaria

#### 9.1.1 Estructura de acero

Se realiza el cálculo mediante dos procedimientos diferentes y se obtendrá la media:

a) Método 1

$$PS = 1000 \cdot \left(\frac{L}{10}\right)^{1,3761} \cdot \left(\frac{B \cdot D}{100}\right)^{0,74495} \cdot (0,054244 - 0,0116919 \cdot CB)$$

$$PS = 7926,060 \text{ t}$$

b) Fórmula para ro-ro

Esta fórmula se utiliza para Ro-ro con relaciones  $7,5 < Lpp/D < 10$  y  $5,5 < Lpp/B < 7,5$ .

$$PS = WST = (0,075Lpp^{0,005} \cdot Lpp \cdot B \cdot D + 80\sqrt{CB \cdot T \cdot D \cdot NDSK \cdot 2})$$

Siendo C2= 1 para acero de alta resistencia en la cubierta superior.

$$PS = WST = (0,075 \cdot 179,44^{0,005} \cdot 179,44 \cdot 25,2 \cdot 18,42 + 80\sqrt{0,576 \cdot 6,04 \cdot 18,42 \cdot 4 \cdot 2})$$

$$PS = WST = 8225,089 \text{ t}$$

La media de ambos métodos obtiene un resultado de **PS = 8075,574 t**

### 9.1.2 Equipo y habilitación

Partiendo de las dimensiones principales se estimará un resultado que posteriormente se desglosará con más detalle. La estimación se realiza con la siguiente expresión:

$$PEH = WM = 0,8 \cdot L^{0,797} \cdot (B + 0,8245 \cdot H + 1,85 \cdot T)^{0,797}$$

Estimando la altura de superestructura (H) a 5,5 m de acuerdo a otros buques.

$$PEH = WM = 0,8 \cdot 179,44^{0,797} \cdot (25,2 + 0,8245 \cdot 5,5 + 1,85 \cdot 6,04)^{0,797}]$$

$$PEH = \mathbf{964,190t.}$$

### 9.1.3 Maquinaria

La maquinaria será determinada partiendo de formulaciones que estiman el peso en función de la potencia, revoluciones, tipo de motor propulsor y dimensiones principales del buque.

El peso de la maquinaria se divide en: motores propulsores y el resto de maquinaria.

#### A. PESO DEL MOTOR PROPULSOR

Al desconocer el peso concreto de la maquinaria que aún no se ha seleccionado, éste se estimará para un motor de 4 tiempos en línea más reductor con lo siguiente:

$$WME = 2,5 + 9,5 \cdot \left(\frac{MC_0}{N}\right)^{0,91}$$

Donde:

MC<sub>0</sub>, potencia máxima continua (KW). Tomaremos 9160 KW por su alta velocidad.

N, revoluciones por minuto (r.p.m). Se estima a 600 rpm.

El valor obtenido individual de 144 t. se multiplicará por 4 siendo el número estimado de motores propulsores para alcanzar dicha velocidad.

$$WME = 463,932 \text{ t.}$$

#### B. RESTO DE MAQUINARIA PROPULSORA

El resto de la siguiente maquinaria propulsora se evalúa con lo siguiente;

$$WRP = Km \cdot MC_0^{0,7}$$

Km, para este buque será 0,56

El WRP obtenido de la fórmula para 4 motores, se obtiene finalmente lo siguiente.

$$WRP = 876,914 \text{ t.}$$

El valor total de maquinaria corresponde a:

$$WME + WRP = 546,208 + 377,714 = 1340,846 \text{ t.}$$

Finalmente el valor total estimado del peso en rosca sería:

$$WST + WSM + (WME + WRP) = 8075,574 + 964,190 \text{ t} + 1340,846$$

$$PR = 10380,61 \text{ t.}$$

El peso de otros elementos de cámara de máquinas y el de línea de ejes fuera de cámara de máquinas no son estimados porque no se disponen de datos.

Al peso en rosca obtenido se le debería de aplicar el margen del 3% en peso resultado en un total de 10692,028 t.

## 9.2 Peso muerto

El peso muerto se compone de distintas cargas útiles, tripulación y pasaje, combustible, aceite, víveres, etc.

### 9.2.1 Peso de carga útil

La carga útil que se dispondrá será: tráileres y coches.

$$P_{tráileres} = 180 \text{ tráileres} \cdot 35 \frac{\text{t}}{\text{tráiler}} = 6300 \text{ t}$$

$$P_{coches} = 50 \text{ coches} \cdot 2 \frac{\text{t}}{\text{coche}} = 100 \text{ t}$$

### 9.2.2 Peso de tripulación

Los 12 conductores se consideran como parte de la tripulación.

$$P_{tripulante} = 30 \text{ tripulantes} \cdot 0,125 \frac{\text{t}}{\text{tripulante}} = 3,75 \text{ t}$$



### 9.2.3 Peso de combustible

El peso del combustible ha de considerar los requerimientos del RPA cumpliendo así con autonomía de 8500 millas para marine diésel oil y 2000 millas para LNG a una velocidad de 25 nudos.

Se partirá de las características similares de motores del mismo tipo empleados en buques de referencia, determinándose un consumo de 183 gr/Kwh al 100% de carga.

La potencia se ha de suministrar con motores duales por eje por lo que la potencia total requerida al de 85%MCR de 46716 Kw ha de repartirse entre 4 motores.

$$P_{FO} = C_e \cdot BHP \cdot \frac{V}{Autonomía}$$

$$P_{MDF} = 183 \cdot \frac{10^{-6}t}{Kwh} \cdot 54960Kw \cdot 0,85 K \cdot \frac{8500 mn}{25 \frac{mn}{h}} = 2906,7 t$$

$$V_{MDF} = \frac{Consumo (t)}{\rho \left( \frac{t}{m^3} \right)}$$

El volumen con un 4% de margen se queda en 3358,8 m<sup>3</sup>

Para los tanques de sedimentación consideramos la operación mínima de 24 horas y un margen del 14% en volumen y se obtiene:

$$P_{MDF} = 205,177 t \quad V_{MDF} = 259,89 m^3$$

Para los tanques de servicio diario consideramos la operación mínima de 8 horas y un margen del 4% en volumen y se obtiene:

$$P_{MDF} = 68,392 t \quad V_{MDF} = 79,031 m^3$$

El peso total de MDF sin el consumo de auxiliares sería → 3180,269 t

El volumen total de MDF para este peso sería de → 3697,721 m<sup>3</sup>

El peso del LNG se obtiene a partir del poder calorífico de 55530 Kj/Kg. Para el cálculo del LNG, se toma de referencia el motor dual Wartsila 46 DF.

$$Consumo e_{LNG} = 7331,4 KJ/Kwh$$

$$P_{LNG} = \frac{46716 \text{ Kw} \cdot 7331,4 \frac{\text{KJ}}{\text{Kwh}} \cdot \frac{2000 \text{ mn}}{25 \frac{\text{mn}}{\text{h}}}}{55530 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 493,418 \text{ t}$$

$$V_{LNG} = \frac{493,418 \text{ t}}{0,451 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 1094,05 \text{ m}^3$$

La totalidad en peso y volumen de LNG para maquinaria principal será:

$$P_{LNG} = 493,418 \text{ t} \quad V_{LNG} = 1094,05 \text{ m}^3$$

#### 9.2.4 Peso de combustible de auxiliares

Se estimará con el 10% del combustible

$$P_{aux} = 0,1 \cdot (3180,269 + 493,418) = 367,369 \text{ t}$$

#### 9.2.5 Peso de aceite lubricante

Se estimará con el 5% del combustible

$$P_{aux} = 0,05 \cdot 3673,687 = 183,684 \text{ t}$$

#### 9.2.6 Peso de agua dulce y sanitaria

Se estima en 120 l./ persona diarios para la tripulación y conductores durante la autonomía de 17,5 días de duración. En relación al agua dulce de refrigeración y calderas en caso de que hubiese, no se considera por existencia de generador de agua dulce.

$$P_{sanitaria} = (120 \text{ l} \cdot 30 \text{ pers.} \cdot 17,5 \text{ días}) \cdot \gamma_{ad.} = 63 \text{ t}$$

#### 9.2.6 Peso de víveres

Se estimará 5 Kg. diarios por persona.

$$P_{aux} = 30 \text{ pers.} \cdot 0,005 \cdot 17,5 = 2,625 \text{ t}$$

### 9.2.7 Peso de agua de lastre

Se estima partiendo de lo calculado previamente dado que no se dispone del desplazamiento del buque referente.

$$CF = 1 - 0,3 * (1 - CP) = 0,877$$

$$\Delta_1 = \Delta \cdot \left( \frac{0,02 \cdot Lpp + 2}{T} \right)^{CF/CB} = 17274,139 \text{ t}$$

$$P_{consumos} = 4294,115 \text{ t}; \quad PR = 10692,028 \text{ t}$$

$$P_{lastre} = \Delta_1 - PR - 0,1P_{consumos} = 6152,7 \text{ t}$$

### Resumen Peso muerto

En la tabla siguiente se muestra la relación de los pesos estimados. No se considera en esta fase la estimación de pertrechos.

**Tabla 16: Resumen de peso muerto**

Carga útil	Pesos (t)
Tráileres	<b>6300</b>
Coches	<b>100</b>
Tripulación	Pesos (t)
Tripulación	<b>3,75</b>
Consumos	Pesos (t)
Combustible MDF	<b>3180,269</b>
Combustible LNG	<b>493,418</b>
Combustible auxiliares	<b>367,369</b>
Aceite lubricante	<b>183,684</b>

Agua dulce	<b>63</b>
Viveres	<b>2,625</b>
Total PM	<b>10694,115 t</b>

### 9.3 Cálculo del desplazamiento

El desplazamiento estimado resulta de la suma del peso en rosca y el peso muerto. Al peso en rosca, PR se le añade un 3% de margen.

$$\Delta_{estimado} = 21386,14 \text{ t}$$

El desplazamiento requerido en base a las dimensiones seleccionadas será:

$$\begin{aligned} \Delta_{requerido} &= \gamma \cdot CB \cdot Lpp \cdot B \cdot T = 1,025 \cdot 0,662 \cdot 179,44 \cdot 25,2 \cdot 6,04 \\ &= \mathbf{18532,7 \text{ t}} \end{aligned}$$

Se reajustan los valores seleccionados en la alternativa para reducir la diferencia entre desplazamientos y evitar problemas de estabilidad. Los valores resultantes son:

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,666
CM	0,976
CP	0,59

## 10. Estimación potencia

Se calcula la potencia propulsora del buque con el método Andersen. Con este método se obtendrá de resistencia de remolque, el rendimiento del propulsor en aguas libres utilizado para el cálculo del rendimiento y potencia propulsora. Se utiliza este método puesto que es uno de los que mejor se adapta a los coeficientes del buque proyecto.

En este método se utilizarán más datos dimensionales de los calculados como se muestra a continuación. Los datos introducidos son calculados en base al libro “El proyecto básico de un buque mercante” y otros proyectos realizados.

Se considera el cálculo de resistencia en condiciones ideales en aguas tranquilas, profundas y sin viento. Se aplica rugosidad de 0,15, valor estándar para un buque nuevo. Se estiman la resistencia de los apéndices en un 5% y los debidos por la superestructura se indican con la referencia del buque base.

Los datos introducidos son los calculados a continuación y los dados por Andersen como base experimental y estadística. Se dimensiona la hélice bajo el criterio de total resistencia y en función de la curva de potencia se calculará la potencia propulsora.

### 10.1 Eslora de flotación

Se tomará el 1% de la eslora entre perpendiculares.

$$L_{wl} = 1,01 \cdot L_{pp} = 1,01 \cdot 179,7 \text{ m} = \mathbf{181,497 \text{ m}}$$

### 10.2 Área y altura de bulbo

El área de bulbo estimado será:

$$A_{bulbo} = 0,08 \cdot C_M \cdot B \cdot T$$

$$A_{bulbo} = 0,08 \cdot 0,976 \cdot 25,2 \cdot 6,2 = \mathbf{12,199 \text{ m}^2}$$

La altura de bulbo estimada será:

$$H_{bulbo} = \frac{T}{3} = \frac{6,2}{3} = \mathbf{2,066 \text{ m}}$$

En el croquis obtenemos una altura de 4,048 m.

### 10.3 Diámetro del propulsor

Los buques del mismo tipo suelen tener un diámetro de propulsor entre el 70 -75% del calado. Siguiendo al buque base se tomará el 74% del calado.

$$D_{propulsor} = 0,74 \cdot T = 0,74 \cdot 6,2 \text{ m} = 4,588 \text{ m} \rightarrow \mathbf{4,5 \text{ m}}$$

#### 10.4 Altura del eje sobre quilla

$$H_{LB} = \frac{D_{propulsor}}{2} + 0,02 = \mathbf{2,27\ m}$$

#### 10.5 Posición longitudinal de la protuberancia

Para bulbos en condición de plena carga y lastre, se toma lo siguiente:

$$X = \frac{Xx}{L_{pp}} = 0,2642 \cdot CB \cdot \frac{B}{L_{pp}} - 0,0046 = 0,02\ m$$

La posición longitudinal desde el espejo de popa será:

$$Lt-X = 194,288 - 0,02 = \mathbf{192,288\ m}$$

Pero se utilizará la posición obtenida del croquis con el valor de 194,11 m

Los resultados de propulsión y resistencia obtenidos son los siguientes con los valores del croquis para afinar mejor la optimización en las dimensiones.

Figura 12: Predicción de potencia propulsora

### Propulsion

26 mar 2017 10:01

HydroComp NavCad 2014

Project ID Ro-ro 2800 ml

Description

File name NLP\_C1\_TFM.hnc

### Analysis parameters

<b>Hull-propulsor interaction</b>		<b>System analysis</b>	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Andersen	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	4500,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit (RPM/s):	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Cor allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

### Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,30	6,84*	0,66	7,20
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

### Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
1,00 !	0,9	0,1539	0,1632	0,9850	48	1,5	---	0,0	
10,00	953,5	0,1539	0,1632	0,9850	483	1576,6	---	6,1	
15,00	3122,2	0,1539	0,1632	0,9850	600	3707,5	---	14,4	
17,00	4509,8	0,1539	0,1632	0,9850	600	4547,2	---	17,7	
19,00	6208,9	0,1539	0,1632	0,9850	600	5645,3	---	22,0	
22,00	9398,9	0,1539	0,1632	0,9850	600	7827,0	---	30,5	
24,00	13419,7	0,1539	0,1632	0,9850	600	10888,8	---	42,4	
+ 25,00 +	16557,3	0,1539	0,1632	0,9850	600	13495,3	---	52,6	
25,20	17277,2	0,1539	0,1632	0,9850	600	14116,0	---	55,0	
26,00	20312,1	0,1539	0,1632	0,9850	600	16802,9	---	65,4	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
1,00 !	15	0,91	0,29	1,5	1,5	3,0	3,1	---	2025,4
10,00	152	93,42	29,51	1514,2	1545,1	3090,2	3153,3	306,6	2025,3
15,00	190	176,72	55,82	3560,7	3633,3	7266,7	7415,0	195,6	2489,4
17,00	190	216,75	68,46	4367,1	4456,3	8912,5	9094,4	180,7	2874,6
19,00	190	269,09	85,00	5421,7	5532,4	11064,8	11290,6	162,7	3271,3
22,00	190	373,08	117,84	7517,0	7670,4	15340,8	15653,9	135,9	3891,1
24,00	190	519,03	163,94	10457,6	10671,0	21342,1	21777,6	106,6	4463,0
+ 25,00 +	190	643,27	203,18	12960,9	13225,4	26450,8	26990,6	89,6	4839,0
25,20	190	672,86	212,53	13557,0	13833,7	27667,3	28232,0	86,3	4920,8
26,00	190	800,94	252,98	16137,5	16466,8	32933,6	33605,8	74,8	5254,6
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
1,00 !	0,3188	0,9800	0,3044	0,18644	1,06	1,77			
10,00	0,3232	0,9800	0,3085	0,19344	110,75	185,34			
15,00	0,4500	0,9800	0,4297	0,26533	241,76	404,60			
17,00	0,5300	0,9800	0,5060	0,31127	308,13	515,67			
19,00	0,5878	0,9800	0,5611	0,34279	379,57	635,22			
22,00	0,6417	0,9800	0,6127	0,36958	496,23	830,45			
24,00	0,6586	0,9800	0,6288	0,39777	649,46	1086,91			
+ 25,00 +	0,6557	0,9800	0,6260	0,41372	769,26	1287,39			
25,20	0,6541	0,9800	0,6245	0,4166	796,34	1332,71			
26,00	0,6460	0,9800	0,6168	0,4257	907,42	1518,60			

Report 10201 70326-1001

HydroComp NavCad 2014 14.02.0028 S 1002.539

Fuente: software NavCad

Figura 13: Predicción de resistencia de remolque

Resistance

26 mar 2017 09:56

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name

Ro-ro 2800 ml

NLP\_C1\_TFM.hncn

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)		Added drag	
Technique:	[Calc] Prediction	Andersen		Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:				Wind:	[Off]
Reference ship:				Seas:	[Off]
Model LWL:				Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard		Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57		Margin:	[Calc] Hull + added drag [15%]
Hull form factor:	[On] 1,000	Water properties			
Speed corr:	[Off]				
Spray drag corr:	[Off]				
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)				
Roughness [mm]:	[On] 0,15			Water type:	Salt
				Density:	1026,00 kg/m3
				Viscosity:	1,18920e-6 m2/s

Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,30	6,84*	0,66	7,20
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CTLT/CF]	CR	dCF	CA	CT
1,00 !	0,012	0,032	7,85e7	0,002158	1,000	0,000003	0,000000	0,000453	0,002614
10,00	0,122	0,319	7,85e8	0,001578	1,000	0,000750	0,000000	0,000404	0,002732
15,00	0,183	0,478	1,18e9	0,001500	1,000	0,000792	0,000000	0,000359	0,002651
17,00	0,207	0,542	1,33e9	0,001477	1,000	0,000810	0,000000	0,000343	0,002630
19,00	0,232	0,606	1,49e9	0,001457	1,000	0,000808	0,000000	0,000329	0,002594
22,00	0,268	0,702	1,73e9	0,001432	1,000	0,000788	0,000000	0,000309	0,002529
24,00	0,293	0,765	1,88e9	0,001417	1,000	0,001068	0,000000	0,000297	0,002781
+ 25,00 +	0,305	0,797	1,96e9	0,001410	1,000	0,001335	0,000000	0,000291	0,003036
25,20	0,307	0,804	1,98e9	0,001409	1,000	0,001395	0,000000	0,000290	0,003093
26,00	0,317	0,829	2,04e9	0,001404	1,000	0,001623	0,000000	0,000285	0,003311

RESISTANCE								
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]
1,00 !	1,47	0,07	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	1,77
10,00	153,49	7,67	0,00	0,00	0,00	24,17	24,17	185,34
15,00	335,07	16,75	0,00	0,00	0,00	52,77	52,77	404,60
17,00	427,05	21,35	0,00	0,00	0,00	67,26	67,26	515,67
19,00	526,06	26,30	0,00	0,00	0,00	82,85	82,85	635,22
22,00	687,75	34,39	0,00	0,00	0,00	108,32	108,32	830,46
24,00	900,13	45,01	0,00	0,00	0,00	141,77	141,77	1086,91
+ 25,00 +	1066,17	53,31	0,00	0,00	0,00	167,92	167,92	1287,40
25,20	1103,69	55,18	0,00	0,00	0,00	173,83	173,83	1332,71
26,00	1257,64	62,88	0,00	0,00	0,00	198,08	198,08	1518,60

EFFECTIVE POWER					OTHER	
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W	
1,00 !	0,8	0,9	0,00005	0,05255	0,00001	
10,00	789,6	953,5	0,01508	0,05492	0,00082	
15,00	2585,7	3122,2	0,01592	0,05329	0,00178	
17,00	3734,8	4509,8	0,01628	0,05287	0,00227	
19,00	5142,0	6208,9	0,01624	0,05214	0,00280	
22,00	7783,8	9398,9	0,01585	0,05084	0,00366	
24,00	11113,6	13419,7	0,02147	0,05592	0,00479	
+ 25,00 +	13712,1	16557,3	0,02684	0,06104	0,00567	
25,20	14308,3	17277,2	0,02804	0,06219	0,00587	
26,00	16821,6	20312,1	0,03262	0,06657	0,00669	

Report (2020) 101056-0106

HydroComp NavCad 2014 14.02.2020 15:00:01

Fuente: software NavCad



Para la velocidad de diseño de 25 nudos, la Resistencia Total del buque al avance es 1287,4 KN y la Potencia Efectiva Total que ha de entregar a la hélice para vencer la resistencia es de 16557,3 KW.

## **11. Especificación**

Se recogen características preliminares del buque y una descripción de sus servicios.

### **11.1 Generalidades**

#### **11.1.1 Tipo de buque**

El buque a proyectar se trata de un RO-RO, diseñado para el transporte de cargas rodadas y de sus conductores.

Dispondrá de 6 cubiertas y techo puente. La zona de acomodación se localizará a proa del buque dispuesto en dos cubiertas más el puente de gobierno. La cámara de Máquinas a 1/3 de popa bajo la cubierta principal. Los compartimentos de las hélices de maniobra y maquinaria auxiliar se encontrarán a proa.

Dispondrá de un túnel central en Doble fondo para la comunicación con la Cámara de Máquinas y hélices de maniobra en proa. Tendrá un tronco central para el guardacalor y accesos.

Los espacios de carga serán la bodega baja (sobre tapa de doble fondo), cubierta principal, cubierta fija y cubierta superior (semiabierta). La cubierta fija del entrepuente de la cubierta principal y superior se utilizará para el transporte de coches.

El acceso de la bodega y cubierta principal se realizará mediante rampa fija y rampas articuladas comunicarán la cubierta principal con la superior para el tráfico de plataformas mientras que para el acceso a cubierta cardeck se realiza a través de una rampa móvil.

El acceso de carga desde el exterior se realizará mediante una rampa puerta de proa para los tráileres y rampa puerta de costado para dar acceso a los coches y tripulación. Además se dispondrá de una porta de costado a babor y estribor para dar acceso al práctico del buque.

El buque será propulsado con cuatro motores semirrápidos acoplados a dos hélices mediante sus respectivos reductores en cada eje. El gobierno se lleva a cabo con dos timones combinados de perfil virado y con flap accionados por servomotores rotativos. Para maniobra se dispone de dos propulsores transversales.

Además dispondrá de un sistema antiescora de corrección automática para reducir el balanceo y evitar que la carga se pueda dañar e incrementar el rendimiento operativo y el confort del buque.

La energía eléctrica se generará mediante tres grupos electrógenos de los que uno será de emergencia y dos alternadores de cola.

Los sistemas y equipos serán diseñados, dimensionados e instalados acorde a la Sociedad Clasificadora, Autoridades y Especificación.

#### CONDICIONES AMBIENTALES

El buque ha de operar satisfactoriamente bajo las siguientes condiciones:

<b>Temperatura ambiente interior</b>	<b>0 ° C a 55 ° C</b>
<b>Temperatura ambiente exterior</b>	<b>-10 ° C a 45 ° C</b>
<b>Humedad relativa interior</b>	<b>≤ 96 %</b>
<b>Humedad relativa exterior</b>	<b>≤ 100 %</b>
<b>Temperatura del agua de mar</b>	<b>&lt; 32 ° C</b>

### 11.1.2 Dimensiones principales

#### DIMENSIONES DEL CASCO

Eslora entre perpendiculares \_\_\_\_\_ 179,7 m  
Manga de trazado \_\_\_\_\_ 25,2 m  
Puntal a la cubierta superior \_\_\_\_\_ 18,5 m  
Calado de diseño \_\_\_\_\_ 6,2 m

#### ENTREPUESTES

La altura libre entre cubiertas de carga será:

Sobre la bodega \_\_\_\_\_ 5500 mm  
Sobre la cubierta de tráiler \_\_\_\_\_ 4700 mm  
Sobre la cardeck \_\_\_\_\_ 2500 mm

La altura libre entre cubiertas de habitación será:

Cabinas \_\_\_\_\_ 2100 mm  
Resto \_\_\_\_\_ 2250 mm

#### PESO EN ROSCA

El peso en rosca del buque incluye la estructura, equipos, accesorios, maquinaria, piezas de respeto exigidas por la Sociedad de Clasificación, además del agua, aceite, líquidos de sistemas hidráulicos y combustible interno en máquinas y tuberías del sistema de propulsión y auxiliares.

### 11.1.3 Capacidades de carga y peso muerto

#### TANQUES

Las capacidades aproximadas para los tanques (al 100% del volumen) son las siguientes:

Combustible MDF \_\_\_\_\_ 3698 m<sup>3</sup>  
Combustible LNG \_\_\_\_\_ 1095 m<sup>3</sup>  
Aceite lubricante \_\_\_\_\_ 217 m<sup>3</sup>  
Agua dulce \_\_\_\_\_ 63 m<sup>3</sup>  
Agua de lastre \_\_\_\_\_ 4064 m<sup>3</sup>

#### PESO MUERTO

El peso muerto incluye lo siguiente:

- a) Carga y tripulación con sus efectos.
- b) Víveres y efectos de consumo.
- c) Diésel fuel, aceite lubricante, agua de lastre, agua dulce, aceite hidráulico en tanques y en tubería, maquinaria portátil, plantas sépticas.
- d) Elementos de lashing, respeto adicionales a exigidos.

#### **11.1.4 Situaciones de carga**

Se estudiarán las condiciones de carga:

Buque en lastre y 100% en consumos.

Buque en lastre y 10% en consumos.

Buque en plena carga y 100% en consumos.

Buque en plena carga y 10% en consumos.

Con el buque prácticamente terminado se realizará en presencia de los representantes de la Administración una prueba de estabilidad.

#### **11.1.5 Velocidad, consumo y autonomía**

Las condiciones de prueba se realizarán para un casco limpio, aguas profundas y en calma, con fuerza del viento de escala Beaufort no superior a 2, sin corrientes de agua. Los alternadores no tendrán ningún consumidor.

En caso de no poder satisfacer las pruebas de mar con estas condiciones, se realizarán ensayos en el Canal de Experiencias mediante correlación de velocidades al calado de pruebas.

##### **A. Velocidad**

La velocidad al calado de diseño de 6,7 m en condiciones ideales de prueba (casco limpio, Beaufort 2, aguas profundas,...) con los motores propulsores al 85 % de su potencia máxima continua será de 25 nudos.

##### **B. Consumo**

El consumo de los motores no excederá de 7290 KJ/KWh a un poder calorífico no inferior a 42700 Kj/Kg.

##### **C. Autonomía**

La autonomía a la velocidad de 25 nudos será de 8500 millas para MDF y 2000 millas para el tanque/s de LNG. Los consumos se consideran para 17,5 días.

#### **11.1.6 Acomodación**

La tripulación de 18 personas más los 12 conductores se distribuirán en camarotes individuales y dobles. Los camarotes del Capitán y Jefe de Máquinas dispondrán de despacho. Los camarotes de los conductores serán dobles y los de la tripulación serán individuales. Cada camarote dispondrá de propio aseo.

Se dispondrá de comedor-sala de estar para oficiales, comedor-sala de estar para tripulantes y conductores, sala de oficiales, sala de reunión. Estará dotado de espacios de servicios como: cocina, lavandería y vestuario, gambuza seca, gambuza frigorífica, aseos (señoras y caballeros), hospital.

#### **11.1.7 Clasificación, reglamentos y certificados**

##### **CLASIFICACIÓN**

La clasificación de documentos y planos de diseño y construcción del buque proyecto de bandera noruega, ha de ser acordada entre la Sociedad de Clasificación y el Astillero.

El buque en su conjunto ha de ser verificado y probado por la Sociedad de Clasificación bajo las normas vigentes hasta la fecha de la firma de Contrato y las actualizadas en vigor durante su construcción.

##### **REGLAMENTOS**

Se aplicará los reglamentos vigentes hasta la firma de Contrato como Solas, Marpol. Cualquier modificación posterior a la firma ha de acordarse entre el Astillero y el Armador analizando las desviaciones en precio y plazo que pudieran conllevar.

## **CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS**

El Astillero entregará todos los certificados requeridos por la Administración, Organismos Oficiales y por la Sociedad de Clasificación. Se enumeran un listado de ellos:

- Certificado de construcción
- Certificado de Seguridad de equipos
- Certificado de Seguridad de la carga
- Certificado de seguridad Radioléctrica
- Certificado de Seguridad de Dirección
- Certificado de Seguridad Internacional
- Procedimiento de remolque de emergencia
- Planos de construcción
- Libro de estabilidad intacta
- Plan de control de daños
- Información de maniobra
- Plan contraincendios y seguridad
- Instrucciones de emergencia
- Manual de aprendizaje de salvavidas
- Curva de desviación para compás magnético
- Certificado internacional de prevención de contaminación de residuos
- Certificado internacional de prevención de contaminación aérea
- Certificado de Potencia efectiva
- Certificado de anclas y cadenas
- Certificado de espacios de máquinas sin dotación permanente

Las Autoridades podrán requerir otros certificados en la fecha de entrega. El Astillero entregará el documento original y dos copias junto con la entrega del mismo.

### 11.1.8 Niveles de ruidos y vibraciones

Se emplearán medidas de diseño del buque para reducir ruido y vibraciones y así el riesgo de fallo de maquinaria, componentes y estructuras de abordó en los espacios de cabinas de tripulación y oficiales, espacios públicos, puente de gobierno, sala de radio, hospital, oficinas, sala de control de máquinas.

#### A) Ruido

Se instalará sobre montajes elásticos para reducir ruido submarino: los motores propulsores, alternadores, compresores, plantas de agua refrigerada y bombas asociadas, bombas contra incendios, bombas de servomotores.

Las hélices han de ser optimizadas de acuerdo a la Sociedad Clasificadora para obtener baja emisión de ruidos.

Los niveles máximos de ruido y el aislamiento ha de regirse por la Resolución IMO A 468 (XII), "Código sobre niveles de ruido a bordo de los buques" donde los límites son:

- Espacios de máquinas con dotación permanente, 90 DB (A)
- Espacios de máquinas sin dotación permanente, 110 DB (A)
- Sala de control de máquinas, 75 DB (A)
- Talleres, 85 DB (A)
- Salas de radio, 60 DB (A)
- Puente de navegación 65 DB (A)
- Alojamientos (cabinas, hospital) 60 DB (A)
- Oficinas, salas de recreo y comederos 65 DB (A)
- Aseos, cuartos de baño y pañoles 75 DB (A)

El índice de reducción de los materiales aislantes,  $R_w$ , ha de ser:

- Entre cabinas, mayor o igual a 32 dB
- Entre cabinas y pasillo, mayor o igual a 28 dB
- Entre cabinas y zonas públicas, salas de estar ha de ser mayor o igual a 42 dB.

#### B) Vibraciones

El sistema de propulsión ha de estar libre de frecuencias perjudiciales de resonancia de vibraciones torsionales, axiales y laterales.

Los equipos instalados en soportes elásticos han de disponer conexionado y tuberías flexibles con el fin de evitar movimientos bruscos con altos estados de mar.

Los niveles de vibración de maquinaria y estructurales han de seguir los estándares de la Sociedad Clasificadora en -Part 6, Chapter 15-. No obstante los niveles de vibración estructural se basarán en la ISO 6954.

## **11.2 Estructuras del casco**

### **11.2.1 Descripción general**

El diseño de la estructura y superestructura será de acero de construcción soldada bajo los requerimientos de la Sociedad de Clasificación.

Las planchas de acero de la estructura, serán en general de Grado A. La estructura será de mixta, longitudinal en el casco y cubiertas y transversal en el forro entre doble fondo y la cubierta principal.

El acero empleado en general será de resistencia norma NS.

### **11.2.2 Disposición de la estructura**

#### **FORRO EXTERIOR**

Las planchas del forro serán de acero naval y estarán totalmente soldadas. Los refuerzos longitudinales serán continuos a través de elementos primarios transversales. Los refuerzos longitudinales serán de llanta con bulbo y las cuadernas de viga de llanta plana o perfil angular.

Siempre que sea posible se evitará la interferencia de topes y costuras con elementos estructurales.

El pantoque podrá reforzarse longitudinal o transversalmente de acuerdo a las reglas de la Sociedad de Clasificación.

Las planchas del forro en zonas de aberturas como brazos de arbotantes, tomas de mar y zonas de elevado desgaste (zonas de maniobras de anclas) incrementarán el espesor de la plancha para absorber deformaciones y desgaste.

Bajo la cubierta principal, se dispondrá de doble casco a B/5.

#### **APÉNDICES DEL CASCO**

Dispondrá de quilla de balance en el centro y en cada costado. Los extremos de las quillas se irán reduciendo gradualmente terminando en cuadernas, refuerzos o mamparos.

La fijación al forro se realiza mediante la normativa de la Sociedad de Clasificación.

#### **CUBIERTAS Y PLATAFORMAS**

Las cubiertas llevarán reforzado longitudinal. Las cubiertas de carga y su reforzado podrán ser de acero de alta resistencia.



Las cubiertas y plataformas han de tener resistencia reglamentaria. La cubierta de carga estará reforzada de baos reforzados, esloras y longitudinales.

La zona de sustentación de maquinaria tendrá un reforzado local de la estructura y en los accesos de carga (rampas, portas, ascensor).

Las cubiertas han de soportar carga rodante de semi-traileres con contenedores de 40', 45', rolltrailers con contenedores 40' high cube y vehículos compactos europeos.

#### MAMPAROS

El buque dispondrá de mamparos estructurales longitudinales y transversales estancos regidos por el cumplimiento del cálculo de estabilidad tras averías.

Los mamparos serán corrugados o planos con refuerzos verticales. Las planchas de los tanques irán soldadas a tope.

#### DOBLE FONDO

La estructura del doble fondo será básicamente longitudinal para someterse a la flexión de la viga –buque y facilitar la revisión de los tanques.

El doble fondo estará dividido en tanques y espacios vacíos. Contará con groeras para el paso de líquido y aire en los longitudinales de fondo.

El doble fondo de la Cámara de Máquinas tendrá estructura transversal principalmente. La altura del doble fondo en la Cámara de Máquinas ha de proporcionar resistencia y rigidez para soportar el peso de la Maquinaria.

#### EXTREMO DE POPA

El codaste será de tipo abierto sin codaste popel construido de acero fundido y laminado.

Los arbotantes serán de brazo tipo V de sección hueca, soldada al borde de ataque y al borde de salida de acero fundido.

#### EXTREMO DE PROA

La proa será con roda lanzada. La estructura será transversal.

Los tubos de escobenes serán de acero laminado. Permitirán adecuada estiba de las cadenas, en caso necesario se colocarán chapas o medias cuñas para facilitar la estiba y giro de las anclas.

Las cajas de cadenas serán estancas, rectangulares y capaces de asegurar espacio libre con la cadena estibada. Se dispondrá de un sistema de disparo rápido para la cadena. Los mamparos divisorios llevarán agujeros para el desagüe del agua hacia el pocete.

En los tubos de escobenes se dispondrá de instalación de limpieza a chorro con distintas alturas.

#### CASSETAS Y CHIMENEAS

Los mamparos de locales (troncos en zonas de garaje y escaleras, cocina, locales de maquinaria y otros), serán de acero.

Los mamparos interiores del buque serán de tipo corrugado o planos con refuerzos verticales mientras que los exteriores serán planos con refuerzos.

La chimenea será de construcción soldada con planchas y refuerzos verticales y horizontales. Su diseño ha de prevenir la entrada de agua de mar. Se dispondrán escalas, plataformas u otros medios para acceder.

### **11.3 Equipo y habilitación**

#### **11.3.1 Equipo de fondeo y amarre**

##### **ANCLAS**

Se dispondrán de dos anclas articuladas o sin cepo alojadas en el nicho del casco para protegerlas de la acción del mar.

##### **CADENAS**

Las cadenas serán con contrete de grado U2 y el diámetro nominal requerido por la Sociedad de Clasificación.

Los largos de cadena se unirán mediante un grillete tipo Kenter con pasadores de acero inoxidable.

Para amarrar a la caja de cadenas dispondrá de un grillete giratorio y un dispositivo normalizado permitirá soltar el último eslabón quitando un pasador desde el exterior de la caja de cadenas.

##### **ESTACHAS**

Serán las requeridas en base al Numeral de Equipo del buque requerido por la Sociedad de Clasificación.

##### **MOLINETES**

Se instalarán dos molinetes hidráulicos a proa para una velocidad de izado de 9 m/min. Los chigres de amarre tendrán una velocidad independiente. Los chigres serán de tensión constante.

Los molinetes serán controlados desde la cubierta de amarre y localmente con un mando local en los laterales de proa.

El estopor de cada molinete será de accionamiento manual entre el molinete y el escoben.

#### **11.3.2 Accesos**

##### **ESCOTILLAS DE SERVICIO**

Las escotillas de servicio o acceso serán de acero de construcción soldada distinguiendo en: estancas y no estancas. Las tapas de escotilla han de ser suficientemente resistente para soportar la carga.

#### ESCOTILLAS Y REGISTRO DE TANQUES

Los registros para tanques serán de forma rectangular, ovalada o elíptica.

Las tapas de registro serán de tipo enrasado, semi-enrasado o con brazola de 100 mm.

Los tanques estructurales en la zona de Cámara de Máquinas tendrán uno o dos registros y en tanques no estructurales irán provistos de uno.

#### ESCOTILLAS ENRASADAS

Sobre la cubierta principal irá una escotilla enrasada y estanca para sacar piezas del local del servo y otra para sacar piezas de la Cámara de Máquinas. Sobre el local de hélices de maniobra de proa llevará otra.

Las escotillas serán de acero y estancas con juntas de goma, también llevarán trincas de cierre manual.

### **11.3.3 Equipo de seguridad y salvamento**

El buque irá provisto de material de salvamento y contraincendios para cumplir con el `` Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar `` para la tripulación previsto en viajes cortos Internacionales.

#### EXTINTORES DE INCENDIOS

Se dispondrán de extintores de incendios CO<sub>2</sub> en polvo seco o espuma cuyo número y distribución se basará a requerimientos de SOLAS.

#### EQUIPOS DE SALVAMENTO

Se proporcionaran elementos de salvamento para las 30 personas a bordo. Los botes irán situados a los costados y en la cubiertas 7. Los aros salvavidas irán distribuidos a lo largo de la eslora del buque.

Los chalecos, aros, lanzacabos y señales de socorro serán requeridos en base al SOLAS.

### **11.3.4 Habilitación**

La disposición de los espacios y escapes serán de acuerdo al SOLAS. Los materiales y servicios serán según estándar del astillero.

El proyecto decorativo completo del buque ha de ser aprobado por el Armador.

### **11.3.5 Medios de carga**

#### RAMPA-PUERTA DE PROA

Se instalaran rampa en proa para de acceso entre muelle y buque con unas dimensiones aproximadas de 14,6 m de longitud y 4,82 m de ancho. La carga máxima sobre la rampa permitirá el paso de un tráiler de 43, 8 t o un roll-trailer de 68,2 t de peso incluyendo cabeza tractora en ambos casos.

#### RAMPA-PUERTA DE POPA

Se instalará un rampa en popa con doble sentido para facilitar la circulación de la carga. Tendrán las dimensiones aproximadas de 14,5 m de longitud y 13,2 m de ancho de paso libre.

#### PUERTAS DE COSTADO

Se disponen de dos puertas estancas de costado para el acceso del práctico en cada costado con apertura hacia el interior.

Para el acceso de la carga de coches se dispone de una puerta de costado estanca y apertura hacia el exterior con capacidad de paso libre de 4,5 m. en altura y 5 m. en anchura.

#### RAMPAS ARTICULADAS

Las rampas articuladas o elevables permitirán la comunicación interna de la carga con las cubiertas.

#### RAMPA FIJA

Se dispondrá una rampa fija de acceso a cubierta principal desde la bodega. Soportará las mismas cargas de la cubierta y tendrá las dimensiones de 36,258m de longitud y 3 m de ancho de paso libre.

#### PUERTAS DE GARAJE

Serán de corredera de accionamientos electro-hidráulico y estancos al agua. Estarán dotadas de accionamiento por ambas partes del mamparo con accionamiento manual en caso de fallo.

Han de tener indicadores luminosos y acústicos para aviso de apertura y cierre. Dichas puertas podrán ser controladas en modo remoto desde puente.

### **11.4 Planta propulsora**

La planta propulsora ha de suministrar la potencia necesaria para alcanzar la velocidad especificada y permitir la maniobrabilidad del buque.

La planta propulsora estará constituida por dos hélices accionadas por cada una por planta propulsoras independientes compuesta por motores duales tipo marino, reductora, alternador de cola y línea de ejes.

#### MAQUINARIA

La maquinaria del buque ha de estar distribuida para dotar de suficiente espacio en labores de mantenimiento.

La maquinaria ha de estar dispuesta de acuerdo a los requerimientos de fabricantes y han de cumplir los estándares de calidad además de cumplir con los requerimientos de la Sociedad de Clasificación.

El consumo de los motores principales no ha de exceder 183 gr/Kwh al 100% de PMC de MDF de 11 cST a 40°C cumpliendo con los límites de la IMO.

#### TANQUE LNG

Un/varios tanques independientes de tipo C en forma de cilindro con capacidad de almacenamiento del combustible necesario para la propulsión y sus auxiliares. El aislante será de tipo perlita /vacío y las membrana de acero inoxidable que mantendrán una presión interna de 5 bar.

#### HÉLICES

El buque dispondrá de dos hélices de paso variable reversibles y giros de acuerdo a ensayos hidrodinámicos.

Las hélices han de obtener máximo rendimiento. Se suministrarán dos palas de respeto, una por hélice.

### 11.4.1 Servicios auxiliares

#### CONTRAINCENDIOS

Para preservar la seguridad de la tripulación y del buque, los sistemas contraincendios estarán presentes en los espacios de: Habitación, Cámara de Máquinas y cubiertas de carga.

Se emplearán para extinción de incendios bocas de agua salada, extintores portátiles de espuma o polvo seco, rociadores automáticos y sistemas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en espacios de máquinas.

La disposición de tales sistemas será en base al reglamento del SOLAS.

#### SERVOMOTORES

Se instalarán dos servomotores electrohidráulicos de tipo rotativo en el local del servo. Serán controlados desde la consola central del puente de gobierno y consola de los alerones en modo sincronizado o independiente.

#### TIMONES

Se dispondrá de dos timones compensados de acero laminado y soldada al soporte de acero moldeado de la mecha y el pinzote.

#### HÉLICES DE MANIOBRA

Se instalarán dos hélices de maniobra transversal en proa con una potencia individual mínima de 1000 KW

### 11.4.2 Planta eléctrica

El material eléctrico será para uso marino. Se instalará en zona accesible y protegido del contacto con agua, vapor o aceite en espacios ventilados.

El buque dispondrá de una instalación eléctrica

## 12. Comprobación de francobordo

Se calcula el francobordo siguiendo “El Convenio Internacional de líneas de carga” y las formulaciones propuestas partiendo de las dimensiones obtenidas previamente. Las reglas que no se mencionan, no influyen o no se aplican al citado cálculo.

### 12.1 Datos reglamentarios

En la *Regla 3*, se definen los términos a emplear que serán:

- Eslora ( $L_{fbd}$ ) = **182,688 m**; el 96% de la eslora en la flotación al 85% del puntal mínimo de trazado que es mayor en este caso que la eslora de esa flotación en la cara proel de la roda hasta la mecha del timón.
- Puntal de francobordo ( $D_{fbd}$ ) = **8,315 m**; puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la cubierta de francobordo en el costado.
- 85% del puntal mínimo de trazado ( $d_1$ ) = **7,055 m**
- Coeficiente de bloque al 85% del puntal ( $CB_{85D}$ ); es aproximado de la fórmula de “El proyecto básico de un buque mercante”.

$$CB_{85D} = 1,01 \cdot CB = \mathbf{0,672}$$

- Coeficiente del área de flotación ( $C_{wf}$ ); tomando el área de la flotación ( $A_{wf}$ ) a proa de  $L/2$  medido con AutoCAD se obtiene  $899,473 \text{ m}^2$ , se determina  $C_{wf}$  como :

$$C_{wf} = \frac{A_{wf}}{L_{fbd/2} \cdot B} = \mathbf{0,39}$$

Se considera la cubierta de francobordo la cubierta 3 situada a 8,3 m sobre la línea base siendo una cubierta más baja que lo indicado por reglamento. Implica que la superestructura será aquella que esté sobre dicha cubierta, por tanto se tomará como una superestructura cerrada que se extiende una longitud de  $179,7 \text{ m}$  en toda la manga de  $25,2 \text{ m}$  y una altura real de  $10,2 \text{ m}$  desde el canto alto del bao de la cubierta de francobordo hasta el canto alto de la del bao de la superestructura

### 12.2 Tipo de buque

El buque de proyecto es de tipo B porque no transporta ni carga líquidas ni a granel y además tiene menor integridad estructural en cubierta. Por ello, según la tabla reglamentaria de francobordo, le corresponde un *francobordo mínimo tabular de 2964,38 mm* para la eslora de 182,688 m.

### 12.3 Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque

Al ser el coeficiente de bloque inferior a 0,68 no se aplica corrección.

### 12.4 Regla 31. Corrección por puntal

D es menor que  $L/15=12,179$  m por lo que al tratarse de una superestructura cerrada continua de proa a popa se aplica una reducción de:

$\left(D - \frac{L}{15}\right) R$  (mm) siendo  $R = 250$  para  $250 < L < 150$  m

$$C1 = \left(8,315 - \frac{182,688}{15}\right) 250 = -966,05 \text{ mm}$$

$C1 = -966,05$  mm

### 12.5 Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta

No se aplica porque no hay diferencia del puntal real y la marca de la línea de cubierta.

### 12.6 Regla 33. Altura normal de superestructura

Según la tabla corresponde a una altura normal  $H_n = 2,3$  m.

### 12.7 Regla 34. Longitud de superestructuras

Se ha de considerar aquella superestructura de longitud media (S) contenida dentro de la eslora. Se toma  $S = 180,2832$  m

### 12.8 Regla 35. Longitud efectiva de superestructuras

La longitud efectiva (E) de la superestructura coincidirá con la longitud (S).

### 12.9 Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos

Para el caso de que E sea igual a L se realiza una reducción de 1070 mm para esloras superiores a 122 m. Para el cálculo final se toma  $C2 = -1070$  mm

### 12.10 Regla 38. Arrufo

Se comprueba si hay alguna corrección a aplicar en caso de exceso o defecto de arrufo real en relación a la curva de arrufo normal. Las coordenadas de arrufo normal se obtienen como sigue en la tabla.

**Tabla 17: Ordenadas de arrufo normal según reglas de líneas de carga**

	Situación	Ordenada <sup>2</sup> (en mm)	Factor
<b>Mitad de popa</b>	Perpendicular de popa	25 (L/3+10)	1
	1/6 L desde la P. de Pp.	11,1(L/3+10)	3
	1/3 L desde la P. de Pp.	2,8 (L/3+10)	3
	Centro del buque	0	1
<b>Mitad de proa</b>	Centro del buque	0	1
	1/3 L desde la P. de Pr.	5,6 (L/3+10)	3
	1/6 L desde la P. de Pr.	22,2(L/3+10)	3
	Perpendicular de proa	50 (L/3+10)	1

**Tabla 18: Ordenadas de arrufo normal del buque proyecto**

	Situación	Ordenada (mm)	Factor	Producto	Total
Mitad de popa (A.N)	<b>Ppp</b>	<b>1752,36</b>	<b>1</b>	<b>1772,4</b>	<b>4678,763</b>
	<b>1/6 L de Ppp</b>	<b>786,946</b>	<b>3</b>	<b>2360,837</b>	
	<b>1/3L de Ppp</b>	<b>198,509</b>	<b>3</b>	<b>595,526</b>	
	<b>Centro</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
Mitad de proa (A.N)	<b>Centro</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9457,527</b>
	<b>1/3 L de Ppp</b>	<b>397,018</b>	<b>3</b>	<b>1191,053</b>	
	<b>1/6L de Ppp</b>	<b>1573,891</b>	<b>3</b>	<b>4721,674</b>	
	<b>Ppr</b>	<b>3544,8</b>	<b>1</b>	<b>3544,8</b>	

Al tratarse de una altura real superior a la normal por lo que se añadirá la diferencia Z en los extremos de las ordenadas de la curva real.

$$Z = 10200 - 2300 = 7900 \text{ mm}$$



Análogamente en las ordenadas intermedias de 1/6L, 1/3L se ha de incrementar 0,444Z y 0,111 Z respectivamente.

**Tabla 19: Ordenadas de arrufo real del buque proyecto**

	Situación	Ordenada (mm)	Factor	Producto	Total
Mitad de popa (A.R)	Ppp	7820	1	7820	20840,3
	1/6 L de Ppp	3472,08	3	10416,24	
	1/3L de Ppp	868,02	3	2604,06	
	Centro	0	1	0	
Mitad de proa (A.R)	Centro	0	1	0	20840,3
	1/3 L de Ppp	868,02	3	2604,06	
	1/6L de Ppp	3472,08	3	10416,06	
	Ppr	7820	1	7820	

A.Normal      A.Real

P<sub>pp</sub> 4678,763    20840,3 → EXCESO

P<sub>pr</sub> 9457,527      20840,3 → EXCESO

El exceso de arrufo será:

$$EXCESO \text{ ARRUFO} = \frac{\frac{20840,3 - 4678,763}{8} + \frac{20840,3 - 9457,527}{8}}{2} = 1721,519$$

La corrección por variaciones respecto a la curva normal será:

$$C^{on} = 1721,519 \cdot \left(0,75 - \frac{S}{2 \cdot L}\right)$$

$$C^{on} = 1721,519 \cdot \left(0,75 - \frac{180283}{2 \cdot 180283}\right) = 430,38 \text{ mm}$$

*La reducción por exceso de arrufo* para buques con una superestructura cerrada que se extienda desde 0,1 L a proa hasta 0,1 L a popa del centro del buque, la corrección calculada previamente ha de restarse del francobordo siendo la máxima reducción por exceso de 125 mm por cada 100 m de eslora lo que supone la reducción C3 = **-228,36 mm**

### 12.11 Regla 39. Altura mínima en proa y flotabilidad de reserva

La altura de proa ( $F_b$ ) definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta no será superior a:

$$F_b = 6075 \left( \frac{L}{100} \right) - 1875 \left( \frac{L}{100} \right)^2 + 200 \left( \frac{L}{100} \right)^3 \cdot \left( 2,08 + 0,609 CB - 1,603 C_{wf} - 0,0129 \left( \frac{L}{d_1} \right) \right)$$

$$F_b = 11098,296 - 6257,79 + 1219,439 \cdot (2,489 - 0,625 - 0,334) = 6706,248 \text{ mm}$$

$$F_b = 6706,248 \text{ mm}$$

Tomando el calado de máxima carga equivalente al calado de diseño de 6,2 m se tiene que la cubierta más alta expuesta a la intemperie ha de encontrarse como mínimo a la distancia sobre la línea base de:

$$6200 + 6706,248 = 12906,248 \text{ mm}$$

Luego, no es necesario aplicar ninguna corrección puesto que la cubierta superior se sitúa a 18500 mm sobre la línea base cumpliendo la altura mínima en proa.

La flotabilidad de reserva adicional en buques de francobordo de tipo B ha de tener en la sección delimitada a 0,15 L a popa de la perpendicular de proa, una suma del área proyectada entre la flotación de la carga de verano y el borde de la cubierta y el área proyectada de la superestructura cerrada no será inferior a :

$$0,15 F_{min} + \frac{4 \left( \frac{L}{3} + 10 \right) L}{1000} (m^2) = 351,557 m^2$$

Donde:

$$F_{min} = (F_0 \times f_1) + f_2 = 1998,33 \text{ mm}$$

$F_0 = 2964,38 \text{ mm}$  francobordo tabular en mm, reducido o aumentado en caso de aplicarse.

$f_1 =$  Corrección por coeficiente de bloque. No se aplica.

$f_2 =$  Corrección por puntal.  $C = -966,05 \text{ mm}$

El área medida del croquis resulta ser de **405,04 m<sup>2</sup>**. Cumple con la reserva de flotabilidad exigida.

## 12.12 Regla 40. Francobordos mínimos

### 12.12.1 Francobordo de verano

Al francobordo tabular se le aplican las correcciones quedando:

$$Fb_{\text{verano}} = Fb_{\text{tabular}} + C1 + C2 + C3 = (2964,38) - 966,05 - 1070 - 228,36 = 699,97 \text{ mm}$$

La altura de la cubierta principal mínima ha de ser la suma del calado de diseño 6,2 m más el francobordo de verano.

$$D_{\text{min}} = 6,2 \text{ m} + 0,699 = 6,899 \text{ m}$$

Por tanto, se comprueba que cumple con la dimensión y que por lo tanto con la condición de estabilidad de que el calado de diseño ha de ser menor o igual que el calado máximo como se indica en la expresión:

$$T \leq D - Fb_{\text{verano}} = 8315 \text{ mm} - 699,97 \text{ mm} = 7615,03 \text{ mm}$$

Si estimamos el calado de máxima carga a  $6907,52 \text{ mm}$  como el valor medio de la diferencia entre el calado de diseño y el máximo, se calcula el francobordo resultante:

$$Fb_{\text{verano}} = D - T = 8315 - 6907,52 = 1407,49 \rightarrow \mathbf{1407 \text{ mm}}$$

### 12.12.2 Francobordo tropical

El francobordo mínimo tropical resulta de restar  $1/48$  del calado de verano al francobordo de verano, medido desde el canto alto de la quilla hasta al centro del anillo de la marca de francobordo.

$$Fb_{\text{tropical}} = Fb_{\text{verano}} - 1/48 T_v = 1407 - 129,16 = 1277,83 \rightarrow \mathbf{1278 \text{ mm.}}$$

### 12.12.3 Francobordo de invierno

El francobordo mínimo de invierno resulta de sumar  $1/48$  del calado de verano al francobordo de verano, medido desde el canto alto de la quilla hasta al centro del anillo de la marca de francobordo.

$$Fb_{\text{invierno}} = Fb_{\text{verano}} + 1/48 T_v = 1278 + 129,16 = 1536,2 \rightarrow \mathbf{1536 \text{ mm.}}$$

#### **12.12.4 Francobordo de invierno en el Atlántico Norte**

Para buques de eslora superior a 100 m como el buque proyecto que naveguen en el Atlántico Norte, este francobordo en periodo estacional será el francobordo de invierno al que se le incrementará 50 mm. En el resto de buques será equivalente al francobordo de invierno.

$$Fb_{AN} = 1586 \text{ mm}$$

#### **12.12.5 Francobordo de agua dulce**

Al francobordo mínimo de agua dulce se obtiene restando al francobordo de agua salada el siguiente término:

$$\frac{\Delta}{40 T} (cm) = 11,002 \text{ cm}$$

Siendo:

$\Delta$  = 19166 t; desplazamiento en la flotación de verano para agua salada.

$T$  = 43,55 t/cm partiendo de datos obtenidos con Maxsurf.

$$Fb_{ADulce} = 1297 \text{ mm}$$

## 13. Bibliografía

- Alvariño, R., Azpiroz, J., & Meizoso, M. (2007). *El proyecto básico del buque mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- Molland, A. (Octubre, 2008). *The maritime engineering reference book*. (1ª ed.). Oxford, UK: Elsevier Science&Technology.
- Ocampo, F. J. (2003). *Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque*. Fondo Editorial de Ingeniería Naval-EPS.
- Watson, D. (2002). *Practical Ship Design*. Kidlington, Oxford, UK: Elsevier Science&Technology.

# **Anexo I:**

Fichas técnicas de buques



## M/V Bore Sea

<b>Type</b> Ro-Ro vessel		<b>IMO-No</b> 9443554	<b>Contact</b> boresea[at]bore.eu
<b>Flag / Port of Registry</b> Finnish / Helsingfors, FI		<b>Built</b> 2011 Flensburg, DE	
<b>Callsign</b> OJOU		<b>Classification</b> LR+100A1, ICE 1A FS, Nav1, IBS, ICC+LMC, UMS LR GREEN PASS	
<b>Tonnage</b>		<b>Auxiliary engines</b>	
Gross tonnage (GT)	25,586 t	Auxiliary diesel engines 2 pcs.	1,270 kW
Net tonnage (NT)	7,675 t	Generators (diesel driven) 2 pcs.	1,500 kVA
Deadweight (DWT)	13,625 t	Shaft generator 1 pc.	3,750 kVA
		EM.generator (diesel driven) 1 set	410 kVA
<b>Main dimensions</b>		<b>Tank capacities</b>	
Length o a	195,40 m	Water ballast tanks	4,600 m³
Breadth moulded	26,20 m	Fresh water tanks	130 m³
Draft Max	7,40 m	Heavy fuel oil tanks	1,200 m³
		Diesel oil tanks	140 m³
		Heeling tanks	1,460 m³
<b>Machinery</b>		<b>Lane Meters</b>	
One(1)four-stroke medium speed diesel engine		Weather deck	1,236 m
WÄRTSILÄ 12V46F-CR, CSR 12,000kW, 600 rpm		Main deck	1,078 m
Fuel: 380 cSt at 50°C or MDO		Upper deck	549 m
		Total	2,863 m
<b>Speed</b>	19 kn		





**Speed & e.o. consumption**

Service speed 19 knots (at design draught of 7.05 m,  
81% Load, shaft generator load 300 kW)  
Max. cruising range about 9,500 sea miles  
Consumption about 43 t/day

**Speed & e.o. consumption**

**on trailer draft**  
Speed 18 knots (at trailer draft of 6.30 m, 66% Load,  
5,000 t payload, 300t bunker, shaft generator load 300  
kW)  
Consumption about 36 t/day

**Steering equipment**

1 Steering gear (electric hydraulic)  
1 twist flow rudder  
1 bow thruster, 1,800 kW, controllable pitch prop.  
1 stern thruster, 900 kW, controllable pitch prop.

**Special features**

Container foundations on upper deck  
Container Lo-Lo Slots

	Number of slots	Stackweight
45' Container	60	61 t
40' Container	60	61 t
30' Container	20	61 t
20' Container	46	48 t

4,375 sqm car decks

50 pcs. Reefer Sockets

Double stack container on all decks.

Accommodation for 12 drivers.

**Cargo access equipment**

Access ramp aft

Stern ramp load 2 x 93.51 (Units)

Total width 21.25 m x 15.0 m + 3.0 m flap

Internal fixed ramp

1 pc. main deck to upper deck, 4.35 m wide, 6° incline

Internal fixed ramp

1 pc. main deck to tank top with watertight cover, 4.38 m  
wide, 6° incline

**Cargo hold ventilation**

20 air changes per hour in harbour condition

10 air changes per hour in sea condition

**Cargo capacity**

	Mafi slots: 12.5 m x 2.97 m			
	Mafi lm	Mafis	Free height	Deck Loads
Upperdeck	1,236	93	7.0 m	1.2 to 1.8 t/m <sup>2</sup>
Main deck	1,078	82	6.55/7.0 m/7.4 m	2.7 t/m <sup>2</sup>
Tank top	549	42	6.55 m	5.0 t/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>2,863</b>	<b>217</b>		

**Car decks**

	sqm	Free height	Deck Loads
2nd level between Main Deck & Upper Deck	1710	2.4 m (on top)	250 kg/m <sup>2</sup>
1st level between Main Deck & Upper Deck	1000	2.1 m (on top)	250 kg/m <sup>2</sup>
		2.2 m (below)	
Platform Deck Lower Hold	1665	2.0 m (on top)	180 kg/m <sup>2</sup>
		4.7 m (below)	
<b>Total</b>	<b>2,863</b>	<b>4375</b>	



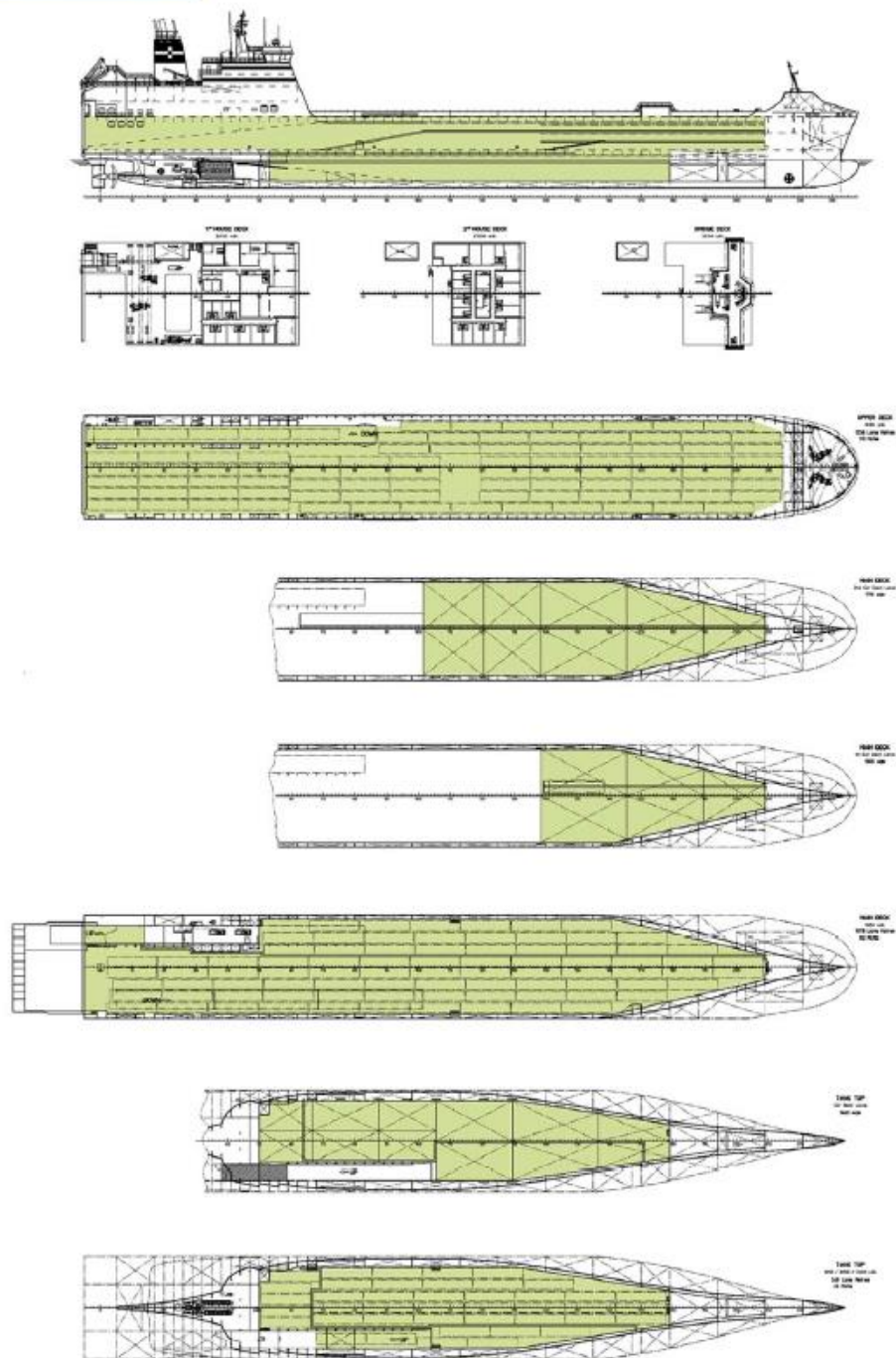
MAIN FRAME



MAIN FRAME



MAIN FRAME



Details are believed to be correct but given without guarantee. Description not to be used in charterparties.

January 2013

- Bore Ltd member of the Rettig Group -

NORDANA LINE 			
			
<b>M/V WEDELLSBORG</b>			
<b>GENERAL INFORMATION</b>		<b>MAIN DIMENSION</b>	
Vessel's Name:	Wedellsborg	Length Overall:	179.46 m
Name of Builder:	Cantiere Navale Visentini, Porto Viro, Italy	Length Between Perpendicular	169.85 m
Built Date:	2014	Length With Ramp Down:	191.90 m
Owners:	Visemar Levante S.R.L.	Breadth:	26.21 m
P & I Club:	West of England	Depth Moulded:	17.60 m
Flag:	Italy	Summer Draft:	6,100 m
Port of Registry:	Bari, Italy	Max Height Above Keel:	46.00 m
Official No.:	63	Deadweight:	11,469 Ts
Call Sign:	IBEM	Light Weight	8,546 Ts
IMO No.:	9687306	Displacement:	20,015 Ts
Classification Society:	Rina	Gross Tonnage:	23,030 Ts
Registry No.:	90539	Net Tonnage:	11,850 Ts
Assigned Class	Rina, "Heavy Lift, RO/RO, Cargo Ship, Movable Decks" LMC, AUT-UMS	<b>CONSUMPTION (24 Hours)</b>	
:		Fuel:	IFO 380 28.5 Ts
		Speed:	Laden 16.0 Knots
		Aux at Port:	MGO 4.0 Ts
<a href="http://www.nordana.com">www.nordana.com</a> • Rungsted Strandvej 113 - DK-2980 Rungsted Kyst - Denmark • ☎ +45 4517 7777			

COMMUNICATION			
Mobile Phone	Satellite phone (Iridium)	Inmarsat C	MMSI Number
+45-60431731	+881 677 734 020	424 704 088 / 089	243 48700
E-Mail Address: <a href="mailto:wedcpt@wed.dannebrog.com">wedcpt@wed.dannebrog.com</a>			

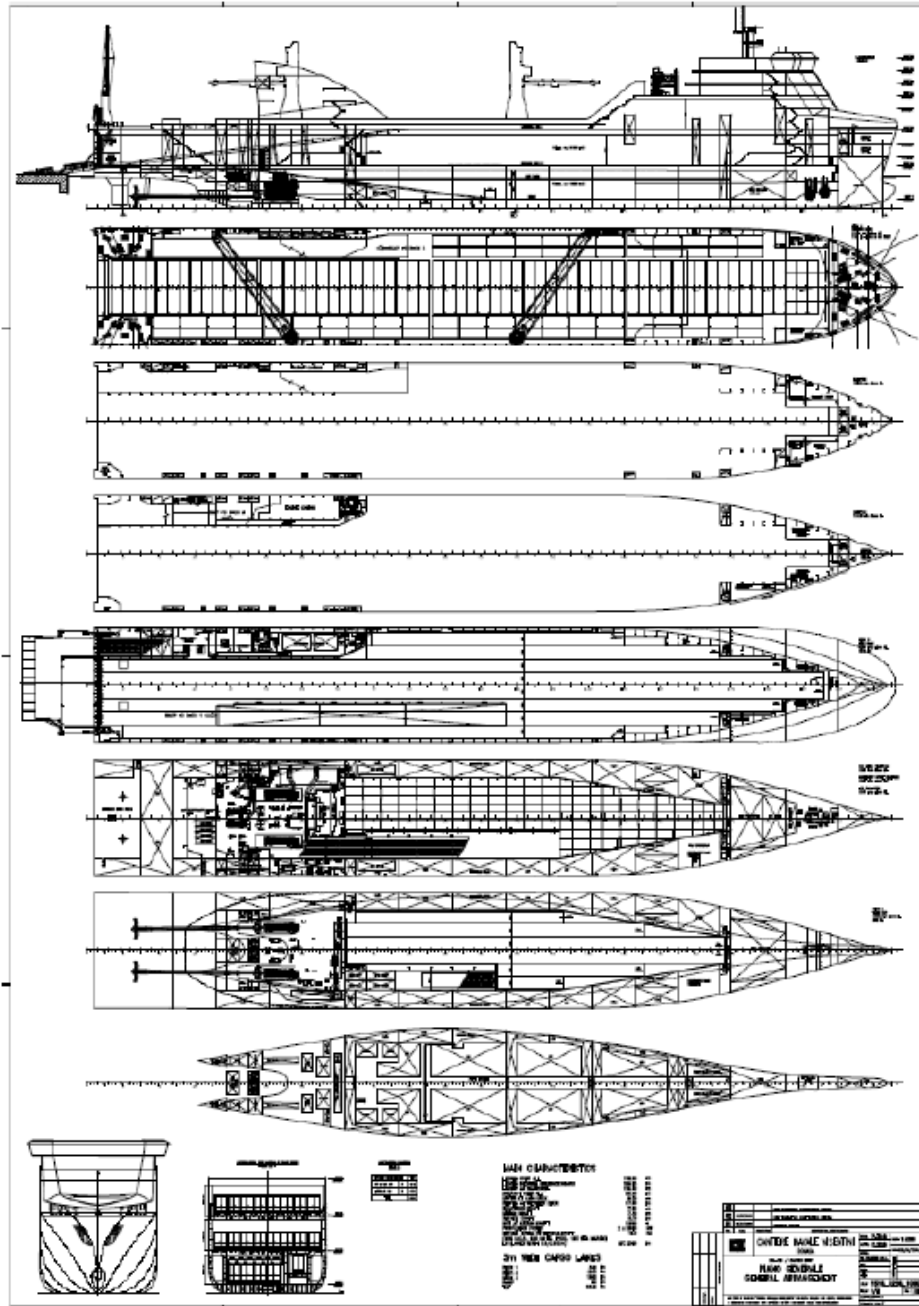
ENGINES			
TYPE	DESCRIPTION	kW	BHP
Main Engine	2 x Man B&W	2 x 5,040	2 x 6758,75
AUX Machinery	2 x Caterpillar	2 x 1,825	2 x 2447,36
Bow Thruster	2 x Rolls-Royce	2 x 1,000	2 x 1341,02
Shaft Generator	2 x Leroy Somer	2 x 1800	2 x 2413,83

CONTAINER CAPACITY						
Compartment	Tiers	Max. TEU	20'	40'	Reefer plugs	
Upper Deck	3	414	414	207	60	
Main Deck	NOT CONTAINER FITTED				40	
Tank Top					Nil	
Total:		414	414	207		

RORO Capacity				
	Lane Meters	SQM	CBM	Clear Height
Upper Deck (Weather Deck)	1108m	3270		
Ramp to weather deck	68m	300		7.0m
Main Deck	1019m	3110		7.0m
Tank Top	351m	1180		6.2m / 4.3m
Car decks (Tank top)		1010		2.0m
Total:		7860 / 8870		


SPECIAL FEATURES			
TYPE	NO.	CAPACITY	OTHER
Stern Ramp	1	200 Tons	
Crane	2	40 Ts / Combi 80 Ts	Starboard side
Car Decks	1	Abt 95-100 Cars	Hoistable decks


## M/V WEDELLSBORG - POCKET PLAN





NORDANA LINE





M/V WILLIAMSBORG

GENERAL INFORMATION		MAIN DIMENSION	
Vessel's Name:	Williamsborg	Length Overall:	193.00 m
Name of Builder:	Flensburger Schiffbau Gesellschaft	Length Between Perpendicular	183.28 m
Built Date:	2003	Length With Ramp Down:	
Owners:	C. BULK N.V.	Breadth:	26.00 m
P & I Club:	West of England	Depth Moulded	
Flag:	Malta	Scantling Draft:	7,400 m
Port of Registry:	Valletta	Max Height Above Keel:	
Official No.:	9234094	Deadweight:	13,234 Ts
Call Sign:	9HA3625	Light Weight	
IMO No.:	9234094	Displacement:	
Classification Society:	Lloyd's Register	Gross Tonnage:	23,235 Ts
Assigned Class	LR + 100A1 RoRo Cargo Ship: Ice Class 1A, +LMC, PSMR, SCM, IBS, NAV1, ICC, UMS	Net Tonnage:	6,971 Ts

CONSUMPTION (24 Hours)

Fuel:	IFO 380	32.0 Ts
Speed:	Laden	16.0 Knots
Aux at Sea:	MDO	Nil
Aux in Port:	MDO	4.0 Ts

www.nordana.com

• Rungsted Strandvej 113 - DK-2980 Rungsted Kyst - Denmark •

+45 4517 7777

MV WILLIAMSBORG (continued)

COMMUNICATION				
V Sat Phone	Mobile phone	Inmarsat C Telex	Satellite phone (Iridium)	MMSI Number
00 45 898 812 34	0045 604 317 33	422980510	00 881 677 734 104	229805000
E-Mail Address: <a href="mailto:wilcpt@wil.dannebrog.com">wilcpt@wil.dannebrog.com</a>				

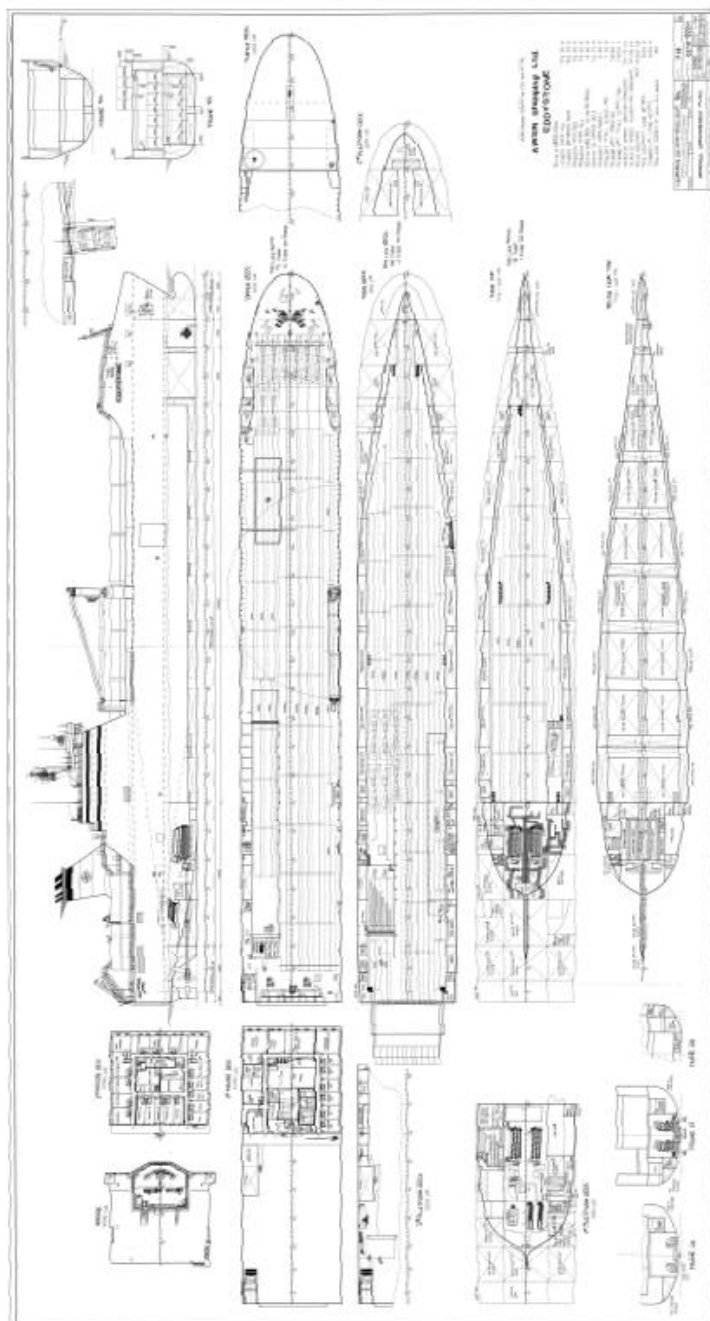
ENGINES			
TYPE	DESCRIPTION	kW	BHP
Main Engine	2 x MaK 9M43	2 x 8,100	
Generators	2 x Diesel Alternator Sets 1 x Emergency Diesel Alternator	2 x 1,820 KVA 1 x 500 KVA	
Bow Thruster	1 x electrically driven	1400 Kw/ 18 tons	1900
Shaft Generator	2 x Shaft F'Generators	2 x 1820 KVA	2 x 2413,83

CONTAINER CAPACITY					
Compartment	Tiers	Max. TEU	20'	40'	Reefer plugs
Upper Deck	2	284+40	258	60	
Main Deck	2	260	193		
Tank Top	1	72			
Total:		656			

RORO Capacity				
	Lane Meters	SQM	CBM	Clear Height
Upper Deck (Weather Deck)	1146m			
Main Deck	955,5m		20.609	6.8m
Tank Top	500,8m		8.425	5.2m
Car decks (Tank top)	Nil			
Total:	2606m		29.034	

SPECIAL FEATURES			
TYPE	NO.	CAPACITY	OTHER
Stern Ramp	1	150 tons	
Side ramp	1	75 tons	
Crane	1	40 Ts	

MV WILLIAMSBORG - POCKET PLAN





## Seatruck FSG 746 series vessels

All details still to be finalized and given in good faith but without guarantee

### Classification

Det Norske Veritas, ✱1A1, General Cargo Carrier Ro-Ro, E0, DG-P, TMON  
Flag TBA  
POR TBA  
Year built 2011-12

### Dimensions

LOA	142.00 m
LBP	132.93 m
Breadth moulded	25.00 m
Depth to main deck	8.60 m
Depth to weather deck	21.35 m
Draught (scantling, moulded)	5.70 m
Draught (design, moulded)	5.20 m
Deadweight	5300 mt
GT	18920 mt
NT	5680 mt

### Machinery

Propulsion	2 x Medium speed approx 8000kW each 2 x CPP 2 x twist flow full spade rudders with Costa bulb
Generating	2 x 968 kW at 1200 rpm 2 x Shaft alternators, 1500kVA each
Thrusters	2 x 1000kW

### Tank capacity

Contents	Spec. gravity	Volume
Fuel oil tanks (bunker)	0,97 t/m³	630 m³
Fuel oil tanks (settling/service)	0,97 t/m³	210 m³
Marine Diesel Oil tanks ( bunker and service )	0,85 t/m³	104 m³
Fresh water tanks ( potable water)	1,00 t/m³	75 m³
Thermal Oil Tank	0,875 t/m³	15 m³
Lubrication oil tanks ( bunker tanks )	0,90 t/m³	38 m³
Ballast Water Tanks	1,025 t/m³	1550 m³
Heeling tanks	1,025 t/m³	475 m³



## Clipper P series vessels

All details given in good faith but without guarantee

### Classification

Det Norske Veritas, ✱1A1, RoRo/Container, E0, DGP, TMON, ICS

Flag Cyprus

POR Limassol

Year built / IMO Point 2008, IMO 9350666

Panorama 2009, IMO 9372676

Pace 2009, IMO 9350678

Penannt 2009, IMO 9372688

### Dimensions

LOA 142m

LBP 133m

Breadth 23.00m

Moulded depth 16.30m

Moulded draft 5.70m

Gross tonnage 14759

Nett tonnage 4428

Deadweight 5193

Displacement 10927

### Machinery

Propulsion 2 x Wartsila 8L46D, 9240kW each

2 x CPP

Generating 3 x Wartsila 4L20, 645kW each

2 x Shaft alternators, 1200kW each

Thrusters 2 x 1000kW

### Tank capacity

HFO 891 m<sup>3</sup>

DO 150 m<sup>3</sup>

FW 124 m<sup>3</sup>

BW 3500m<sup>3</sup>



### Speed / HFO Consumption

#### Main engines

12.0 kn	20 tons / 24 hrs (1 engine)
15.5 kn	28 tons / 24hrs (1 engine) or 34 m <sup>3</sup> / 24hrs (2 engines)
16.5 kn	35 tons / 24hrs (1 engine)
18.0 kn	38 tons / 24hrs (2 engines)
20.0 kn	46 tons / 24hrs (2 engines)
21.0 kn	54 tons / 24hrs (2 engines)
22.0 kn	65 tons / 24hrs (2 engines)

All speed and consumption figures are 'about' and 'without guarantee' in wind conditions of up to force 4 with calm sea and no tidal effect.

#### Auxiliaries

Auxiliary engines consumption in port about 3 tonnes per 24 hours. At sea auxiliary engines run on shaft alternator

### Vehicle Decks – lane m

Tank tops	310m
Main Deck	828m
Weather Deck	692m

### Vehicle Decks - design Loads

#### Uniform loads:

Tank tops	2.5 t/m <sup>2</sup>
Main Deck	2.5 t/m <sup>2</sup>
Weather Deck	2.0 t/m <sup>2</sup>

40' container – 40t per stack Upper Deck / Main Deck

20' container – 28t per stack Upper Deck / Main Deck

(Not exceeding specified uniform loads)

### Vehicle Decks – free heights

Tank tops	5.00m
Main Deck	6.80m
Weather Deck	5.20m



#### **Vehicle Decks – access**

##### **External:**

Stern ramp PS	1 x 6.5m wide x 9.5m long
Stern ramp SB	1 x 12.3m wide x 9.5m long

##### **Internal:**

Open fixed ramp from Stern door to Weather Deck PS, 6.4m wide  
Fixed internal ramp from Main Deck to Tank Top (with cover) SB, 3.5m wide

(Not exceeding the decks they serve)

#### **Crew / Drivers**

Maximum crew	23
Maximum Drivers	12 x single berth cabins



Ro-ro vessel converted by Pan United, Singapore for Toll Shipping, Melbourne, Australia. Redelivered May, 2004. In service between Melbourne - Burnie.

## TAsMANIAN ACHIEVER

IMO 9180190

### CLASSIFICATION

Det Norske Veritas +1A1, General  
Cargo Carrier Ro/Ro, W1, E0

### DIMENSIONS

Length o a ..... 184.40 m  
Length p p ..... 172.37 m  
Beam mld ..... 23.60 m  
Draft ..... 6.35 m  
Depth main deck ..... 8.10 m

### TONNAGE

GT ..... 20,342  
NT ..... 6,103  
tDW ..... 11,250

### CREW/DRIVERS

18 crew cabins ..... 18  
6 x 2-berth driver cabins ..... 12

### CARGO DECKS

Deck	Free height	Lanem
Upper	5.50 m	997
Main	7.00 m	1047
Tanktop	5.50 m	372
Total		2416

### ACCESS

• **External access**  
Stern ramp,  
l x w ..... 17.0+2.0 x 19.4 m

• **Internal access**  
Hoistable ramp to upper deck,  
l x w ..... 36.84 x 6.3 m  
Fixed ramp to tanktop, side hinged  
cover, l x w ..... 49.7 x 3.7 m

### MACHINERY

• **Main engines**  
Make ..... 4 Wärtsilä  
Type ..... 8L32  
Output, kW each ..... 3,840  
Rpm ..... 750

• **Auxiliary engines**  
Make ..... 2 Wärtsilä  
Type ..... 6R20  
Output, kW each ..... 1,010  
Shaft generator ..... 2 Leroy Somer  
kW, each ..... 1,200

• **Propellers etc**  
Propellers ..... 2 Wichmann  
Bow thruster ..... 2 Kawasaki  
kW ..... 58

### SPEED/CONSUMPTION

Service speed ..... 19.5 knots  
Fuel consumption ..... 58 t/24H

### TANK CAPACITIES

Heavy fuel oil ..... 1,440 m<sup>3</sup>  
Diesel oil ..... 260 m<sup>3</sup>  
Fresh water ..... 300 m<sup>3</sup>  
Water ballast ..... 8,560 m<sup>3</sup>

### SUPPLIERS LIST\*

• **General**  
Naval architecture ..... Skipskonsulent  
Lashing ..... Scandinavian RoRo S

\*Suppliers refers only to the conversion and not as built.



When the TAsMANIAN ACHIEVER and her sister were built by Samsung, Brambles - the original owners - already saw the future need of lengthening and so the vessel was prepared for jumboisation from the outset. Pan United was chosen as the conversion yard as the vessels' predecessors were also successfully converted at the same shipyard. In service, the vessels have been very successful and the lengthening will not detract from that, increasing the vessels capacity to over 2,400 lane m with only a very small reduction in the service speed. The majority of Toll Shipping cargo is shipped on mafi trailers and non-standard containers but there has been a growth in the volume of trailers. To achieve the best possible productivity, Toll is introducing the SRC trestle lashing system following DFDS Tor Line's example. This helps to reduce expensive, labour intensive, securing work on board. With both vessels redelivered, Toll will be able to pursue the much needed consolidation of traffic from Melbourne to Tasmania.



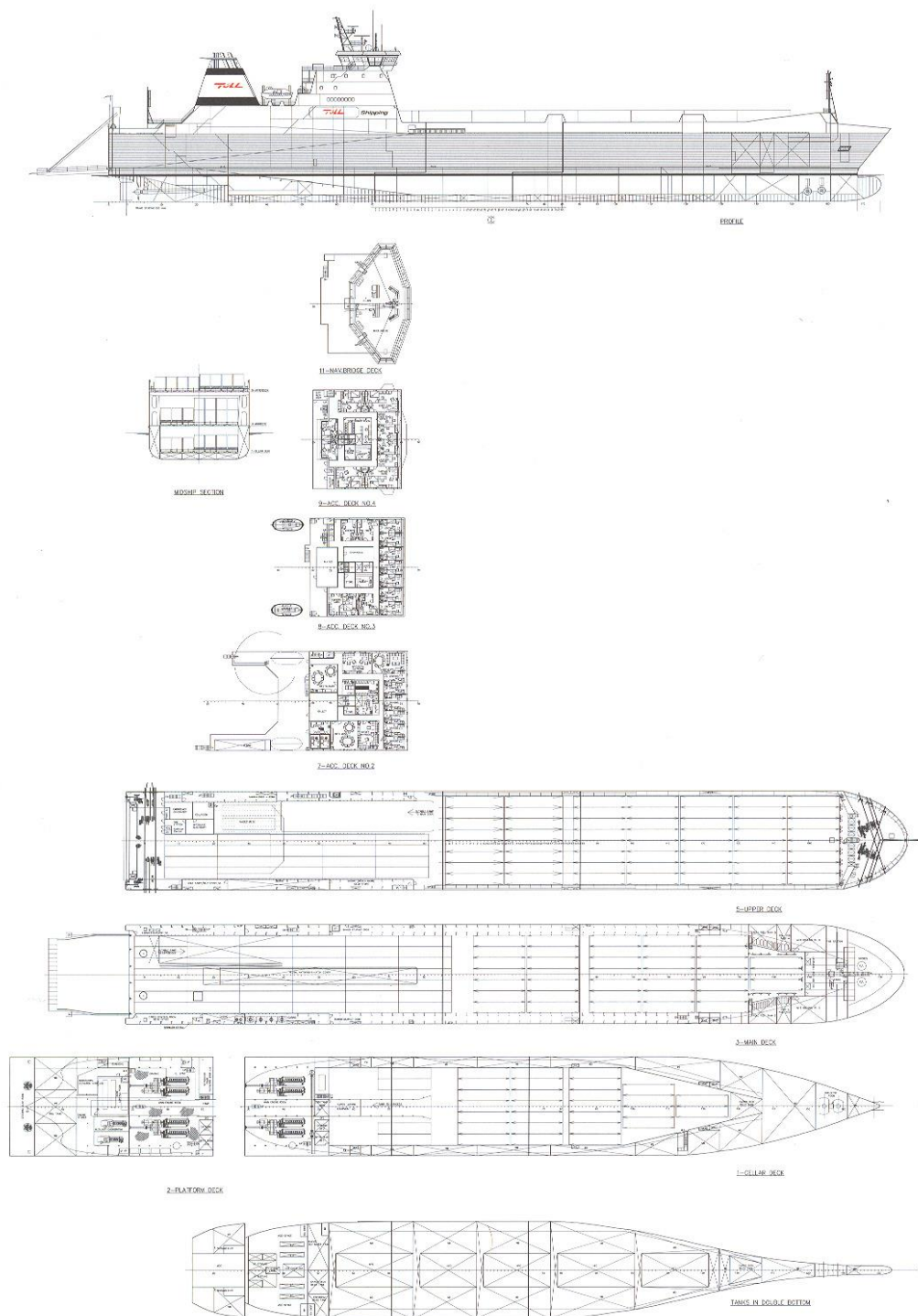
**TASMANIAN ACHIEVER** IMO 9180190

Pan United (conversion)

scale 1:1250

Sister vessel: VICTORIAN RELIANCE IMO 9180205

TASMANIAN ACHIEVER



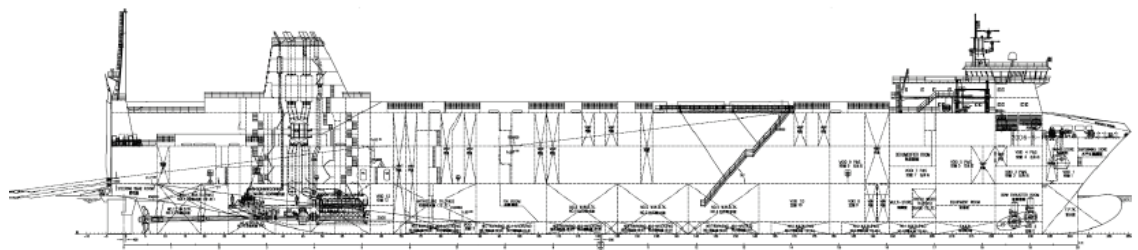


## MSG 113 Class *RoRo vessel*

**DESCRIPTION** Twin screw Ro-Ro paper trailer carrier vessel, with four cargo decks and two ramps located aft. Fitted for containers with twin bow thrusters and stabilisation system. Acces to all deck from the ramps.  
Crew 16+1 persons.  
Passenger capacity 12 persons.

**BUILT** Jingling Shipyard, Nanjing, P.R. of China.  
**FLAG** British  
**HOME PORT** London  
**CLASS** ABS+100A1, Roll on/Roll of cargo ship, Ice Class 1A, Solas 11 p. 54, +LMC, NAV1, UMS, \*IWS, SCM  
**E-MAIL** shipman@eeshipping.com  
**MANAGERS/AGENT** EE Shipping, Narvavägen 7, SE-114 60 Stockholm  
Tel: +46 8 667 5620 / Fax: +46 8 667 5622

THE FLEET	BUILT
TOR CORONA	2008
TOR HAFNIA	2008
<b>TOR FIONIA</b>	<b>2009</b>
TOR JUTLANDIA	2010



**TONNAGES**  
• DWAT: about 11322t  
• GT/NT: 26654 / 7696  
• Panama:  
• Suez:

**DIMENSIONS**  
• LOA: 187,1m  
• LPP: 169,8m  
• Beam: 26,5m  
• Draft: 6,90 m  
• Max Air Draft, less draft aft: 34.7m

**CAPACITY**  
• Ro-Ro: 3322 lane meters  
• Cassettes 3666 lane meters  
• Containers 324 TEU \*

**VENTILATION**  
• Electrical ventilation,  
25 air changes per hour in port.  
10 air changes per hour at sea.

**MAIN ENGINES**  
• 2 x MAN L 48/60 B MCR 9600 kW / 500 RPM

**STERN RAMPS**  
• S-SIDE SIZE: 19,0 m x 14,9 m.  
Max angel to level ° -8 to +8  
• P-SIDE SIZE: 19,0 m x 7,3 m.  
• Load: St 200t (uniform)  
• Width: Ps W6,53m x H5,5m  
St W14,2m x H5,9m

**REEFER PLUGS**  
• Top deck: 20  
Upper deck: 35  
Main deck: 20

**TANK CAPACITIES**  
• IFO 380 cst: 1080 mt  
• DO: 172 mt  
• Fresh Water: 230 mt  
• Water Ballast: 5570 mt

**GENERATORS**  
• Auxiliaries: 2 x 800 kW  
• Shaft Generators: 2 x 1200 kW

**SPEED & RANGE**  
• About 20,0 knots  
• Endurance: 6000 nm

\* TOR Corona & TOR Hafnia only

DECK INFO	Lane meters	TEU*	Height	Load	Area
Top deck	726m	216	-	3,0 tonnes/m <sup>2</sup>	2330 m <sup>2</sup>
Upper deck	1085m	108	4,72 m	3,0 tonnes/m <sup>2</sup>	3390 m <sup>2</sup>
Main deck	1043m	-	5,57 m	6,0 tonnes/m <sup>2</sup>	3300 m <sup>2</sup>
Tank top	469m	-	5,57 m	6,0 tonnes/m <sup>2</sup>	1524 m <sup>2</sup>

CONSTRUCCIÓN NAVAL



EL BUQUE *José María*  
ENTRECANALES

El buque Ro-Ro *José María Entrecanales*, construido por Navantía para la compañía Acciona Transmediterránea, por un valor total en torno a los 200 millones de euros, cubrirá la ruta Agadir – Barcelona – Alicante – Las Palmas de Gran Canaria – Santa Cruz de Tenerife – Agadir, y ha sido diseñado para el transporte de plataformas (trailers sin cabezas tractoras), contenedores apilados y turismos.

Las pruebas de mar se realizaron a finales del mes de enero de este año, para posteriormente atracar en el Puerto de Cádiz. Una vez ahí, el barco de Acciona pondrá en funcionamiento sus rampas y realizará pruebas de tiro de las amarras. La entrada en servicio de este nuevo buque, reforzará el servicio intermodal que Acciona Logística viene prestando al sector de la exportación de productos frescos marroquí preferentemente frutas y hortalizas además de pescado, colocando las mercancías procedentes de Agadir en el puerto de Barcelona en sólo 36 horas para su posterior distribución al resto de Europa.

Así mismo, Acciona Trasmediterránea incorporará el próximo año un buque mixto (pasaje y carga) para hacer dos rotaciones semanales entre Barcelona y Tánger que hasta ahora venía conectando sólo con buques de carga.

Ambos buques, se han diseñado para hacer dos rotaciones semanales en rutas entre 700 y 800 millas náuticas o, alternativamente, una rotación semanal en rutas de 1.500 millas y son los buques de carga rodada de Alta Velocidad mayores del mercado, con gran capacidad de maniobra por sus propulsores laterales y timones articulados.

Disposición General

El buque posee cuatro cubiertas destinadas a la carga: una bodega baja (sobre la tapa del doble fondo), una en la cubierta principal, una en la cubierta superior (semiabierta) y otra cubierta que se encuentra a la intemperie.

Además en la parte de proa del entrepuente en la cubierta principal se ha dispuesto de una cubierta fija para coches.

La acomodación se sitúa a proa y se encuentra dividida entre tres cubiertas y en el puente de gobierno. Los espacios de maquinaria se sitúan principalmente en la parte de popa, bajo la cubierta principal, mientras los compartimentos para las hélices transversales y la maquinaria auxiliar se sitúan a proa.

Los tanques de lastre poseen doble fondo y se encuentran divididos en tanques laterales y piques. Los tanques de combustible se encuentran dispuestos bajo el doble fondo y en los espacios de maquinaria.

Los accesos de las cargas rodadas poseen una rampapuerta al nivel de la Cubierta Principal en popa.

Dimensiones Principales	
Eslera total	209,00 m
Eslera entre perpendiculares	190,00 m
Manga de trazado	26,50 m
Calado de trazado de diseño	7,00 m
Calado de escantillonado	7,10 m
Puntal a cubierta principal	9,60 m
Altura cubierta superior	4,70 m
Altura cubierta principal en centro	6,85 m
Altura bodega baja	4,70 m
Altura cubierta de coches	2,00 m
Altura acomodación	2,10 m
Turismos en cubierta fija	100
Ancho de caminos de rodadura	3 m para trailers
Mercancías peligrosas	a popa de la cubierta intemperie (Nº 7)
Velocidad en servicio	26 nudos
Capacidad de carga	210 plataformas de 31 t y 50 contenedores de doble altura

Capacidades de tanques

El buque *José María Entrecanales* puede almacenar en sus tanques 1.075 m³ de fuel oil, 100 m³ de diesel oil, 70 m³ de aceite lubricante, 70 m³ de agua dulce y 30 m³ de agua destilada.

Para que el buque obtenga la estabilidad necesaria se le doto de tanques con capacidad para 3.400 m³ de agua de lastre, mientras que los tanques antiescora son capaces de albergar 800 m³ y el tanque estabilizador 135 m³ de agua.

El peso muerto al calado de diseño es de 9.325 toneladas. Para su propulsión, el buque posee cuatro motores propulsores diesel capaces de proporcionar una potencia máxima continua de 41.580 kW.





## ULUSOY-14: longest ro-ro from FSG

Shipbuilder: **Flensburger Schiffbau-Gesellschaft GmbH & Co. KG**  
Vessel's name: **Ulusoy-14**  
Hull No.: **753**  
Owner/operator: **Ulusoy Seallines**  
Country: **Turkey**  
Designer: **Flensburger Schiffbau-Gesellschaft GmbH & Co. KG**  
Country: **Germany**  
Model test establishment used: **HSVA**  
Flag: **Turkey**  
IMO number: **9506253**  
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**  
Total number of sister ships still on order: **1**

At 208m *Ulusoy-14* is the longest and largest ferry constructed at Flensburger Schiffbau-Gesellschaft GmbH & Co. KG (FSG) that was delivered at the end of 2012 to Turkish-owner Ulusoy Seallines as part of its fleet expansion plan.

Ulusoy Seallines ordered the two modern freight ferries from FSG for service on the route between Ceeze and Trieste where the latest vessels will replace four older ferries on the route. The vessels have almost the same freight capacity as the ferries they are replacing, but will consume significantly less fuel and will therefore have fewer emissions. FSG has said that in order to meet these demands they have optimised the vessels' design to make them more fuel efficient and eco-friendly.

Ships of this type have few or no transverse bulkheads, which reduces the racking stiffness. It was a challenge for the yard to design a proper connection between slender mainframe structure and the rigid ramp structure, the shipyard says. FSG has performed finite element (FE) analysis for these areas, which was verified by DNV.

The four-deck design of the vessel has been specified with one design draught, enabling the designers to optimise the hull form at that particular draft. A stern trim wedge has been fitted, boosting the speed by about a half knot compared to earlier three-deck vessel designs.

The 31,700gt ferry has the capacity for 283 freight units over 4,094 lane meters within the ferry that are loaded via the stern ramp. The vessel can take up to 12 passengers onboard. *Ulusoy-14* is powered by a MAN 8L 48/60-CR with a power output of 9,600kW that gives the vessel a service speed of 20.6knots. The vessel is also fitted with a full spade rudder with Costa bulb that also adds to the vessel's efficiency.

### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: **208.30m**  
Length bp: **197.30m**

Breadth moulded: **26.00m**  
Draught: **7.00m**  
Scantling: **6.45m**  
Design: **31,700gt**  
Gross: **1,029tonnes/m<sup>3</sup>**  
Displacement: **1,029NT**  
Lightweight: **10,749dwt**  
Deadweight: **13,124dwt**  
Design: **20.6knots**  
Scantling: **20.6knots**  
Speed, service: **20.6knots**

Bunkers: **4,250t**  
Heavy oil: **780t**  
Diesel oil: **2,280m<sup>3</sup>**  
Water ballast: **60,981tonnes/day**  
Main engine only: **DNV + 1A1, General Cargo Carrier Ho-Ro, EQ, NAUTAW, DG-P, TMON\*, BIS\*\***  
Classification society and notations: **Flume stabilisation system**  
Roil stabilisation equipment: **MAN 8L 48/60-CR**

Main engine: **MAN**  
Model: **MAN**  
Manufacturer: **2**  
Number: **HFO**  
Type of fuel: **9,600kW x 500rpm**  
Output of each engine: **Gearboxes**

Make: **Rank**  
Model: **RSH-1050**  
Number: **2**  
Output speed: **137.2rpm**

Propellers: **Material: Ni-Al-Bronze**  
Design/manufacture: **Schottel**  
Number: **2**  
Fixed/controllable pitch: **Controllable**  
Diameter: **5m**  
Speed: **137.50rpm**

Main engine driven alternators: **Number: 2**  
Engine make/type: **AEM SE 600L4**  
Output/speed of each set: **1,800rpm**

Diesel driven alternators: **Number: 2**  
Engine make/type: **HFO/MDO**  
Output/speed of each set: **1,185kVA**  
Alternator make/type: **Hyundai heavy industries 35/B20**  
Output/speed of each set: **1,187kVA**

Boliers: **UNEX/MBH-3000**

Make: **Aalborg**  
Output, each boiler: **2,000kg/h**  
Special lifting/lifting equipment: **Number of each and capacity: 1 x 40persons**  
Make: **Halocka**  
Type: **GFF 8.1**

Vehicles: **Number of vehicles: 4 fixed**  
Total lane length: **4,094m**  
Total freight units: **283 trailers**

Doors/ramps: **Numbers of each: 1 stern ramp, 1 vertical sliding door, 1 ramp cover**  
Type: **All directly hydraulically driven**  
Designer: **Cargotec MacGregor**

Compliment: **Officers: 9**  
Crew: **14**  
Passengers: **12**  
Total: **12**  
Stem appendages/special rudders: **Full spade rudder with Costa bulb**

Bow thrusters: **Make: Brunvoll**  
Number: **1**  
Output: **2,000kW**

Bridge control system: **Make: SAM Electronics**  
Type: **Type 1100**  
One-man operation: **Yes**

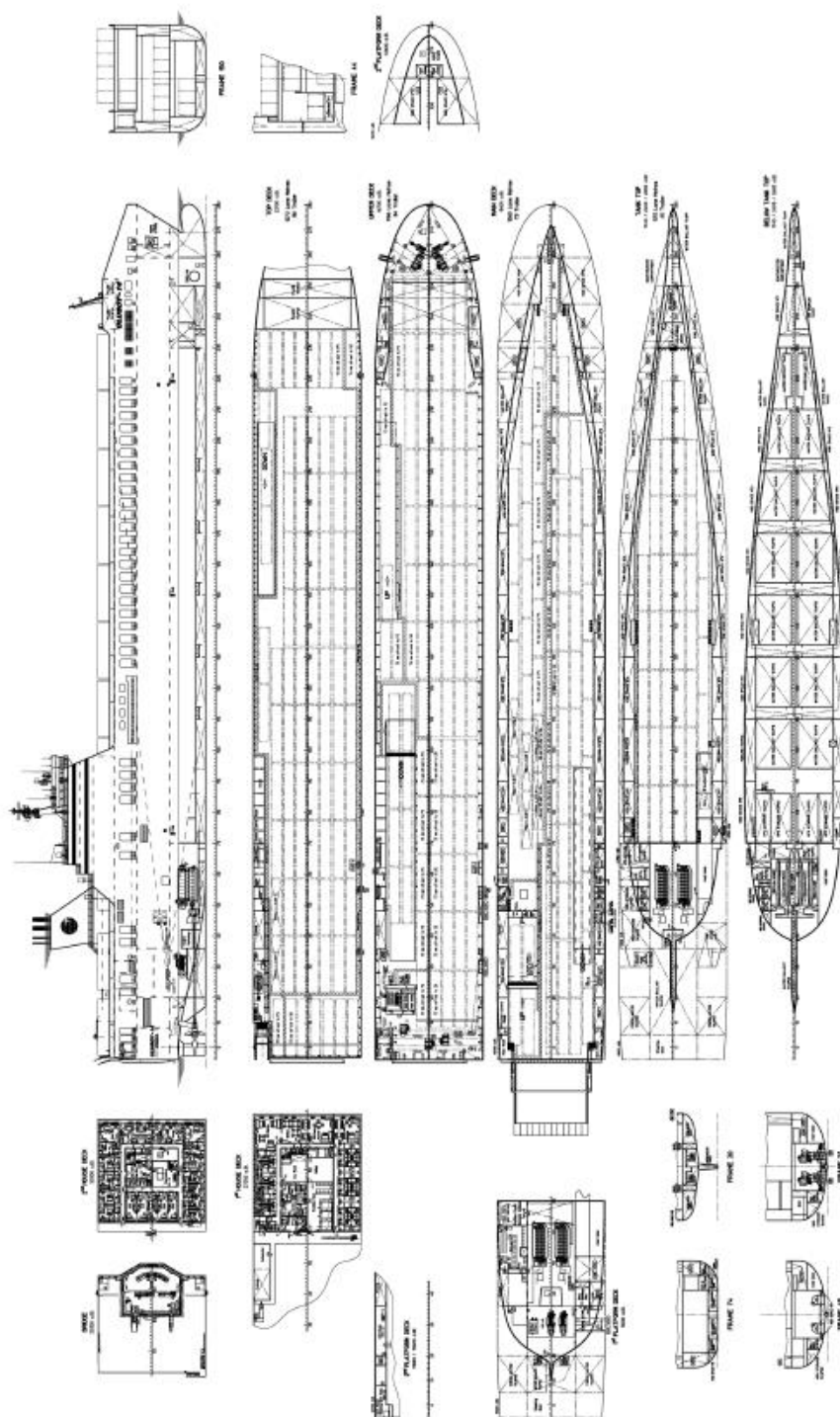
Fire detection system: **Make: Consilium**  
Type: **Salmico CS 4000**

Fire extinguishing system: **Cargo holds: Wilhelmsen Technical Solutions/Water spray system**  
Engine room: **Wilhelmsen Technical Solutions/CO<sub>2</sub>-HP systems FW BLA/FS**  
Vehicle spaces: **Wilhelmsen Technical Solutions/Water spray system**

Integrated bridge system: **Make: SAM Electronics**  
Model: **Type 1100**

Waste disposal plant: **Incrinerator: Doerberg systems/ RLA-30**  
Sewage plant: **RWC/WWTLCC06**  
Contract date: **February 2008**  
Launch/first-out date: **03 August 2012**  
Delivery date: **06 December 2012**

## ULUSOY-14







## SEVERINE: Ipswichmax ro-ro from Japan

Shipbuilder: ...Kyokuyo Shipyard Corporation, Japan  
Vessel's name: ...**Severine**  
Hull No.: ...**501**  
Owner/operator: ...**Shiplux VIII S.A**  
Country: ...**Luxembourg**  
Designer: ...**Kyokuyo Shipyard Corporation**  
Country: ...**Japan**  
Flag: ...**Malta**  
IMO number: ...**9539078**  
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ...**1**  
Total number of sister ships still on order: ...**nil**

**SEVERINE** is a purpose built Ipswichmax ro-ro that was constructed at Kyokuyo Shipyard in Japan along with its sister ship *Gabriel*, which were ordered by European Owner Cobelfret for the Ipswich to Rotterdam route and was delivered early in 2012.

However, since the vessels have come into operation Cobelfret has had to end its Ipswich-Rotterdam freight only ro-ro service due to the state of the market. The two Ipswichmax ro-ro ships that were deployed in the service and especially constructed to navigate on the River Orwell and pass under the Orwell Bridge have since been taken on by Stena Line on a five-year bareboat charter and the Swedish company has deployed them on its Harwich-Rotterdam freight only service, where they have replaced the 2004-built *Stena Carrier* and *Stena Freighter*.

It is expected that with market conditions as they are Stena will still be able to reduce operating costs despite the lower capacity of the Ipswichmax because of the fuel efficiency of the vessels.

**Severine** is a modern transporter optimised for today's logistics services in Europe. Underneath its clean exterior lines the vessel features a very shallow draft with a design full load draft of 5.4m, making it ideal for river navigation.

The vessel also has three car decks, two of which have a clear height of 7m that can accept trailers loaded with two-tier containers. It has 1,760 lane meters, the ramps to the car decks are angled at 6-degrees to give quicker and smoother cargo loading/unloading. To aid the loading and unloading **Severine** is equipped with a hydraulic-driven 150tonne SWL stern cargo ramp and an inner slope cover.

A Panama ballast water treatment system (BWTS) that has a capacity of 500m<sup>3</sup>/h has been installed onboard to prevent marine organisms from entering foreign waters.

The main and auxiliary diesel engines meet with Tier II NOx regulations and have a fuel service system included on the main and auxiliary engines and boilers that complies with the EU's low sulphur regulations. The reduction in emissions is geared with a step-up function to help save energy by controlling the shaft generator. The emergency propulsion system that uses the shaft generator also permits slow self-navigation even if the main engine fails.

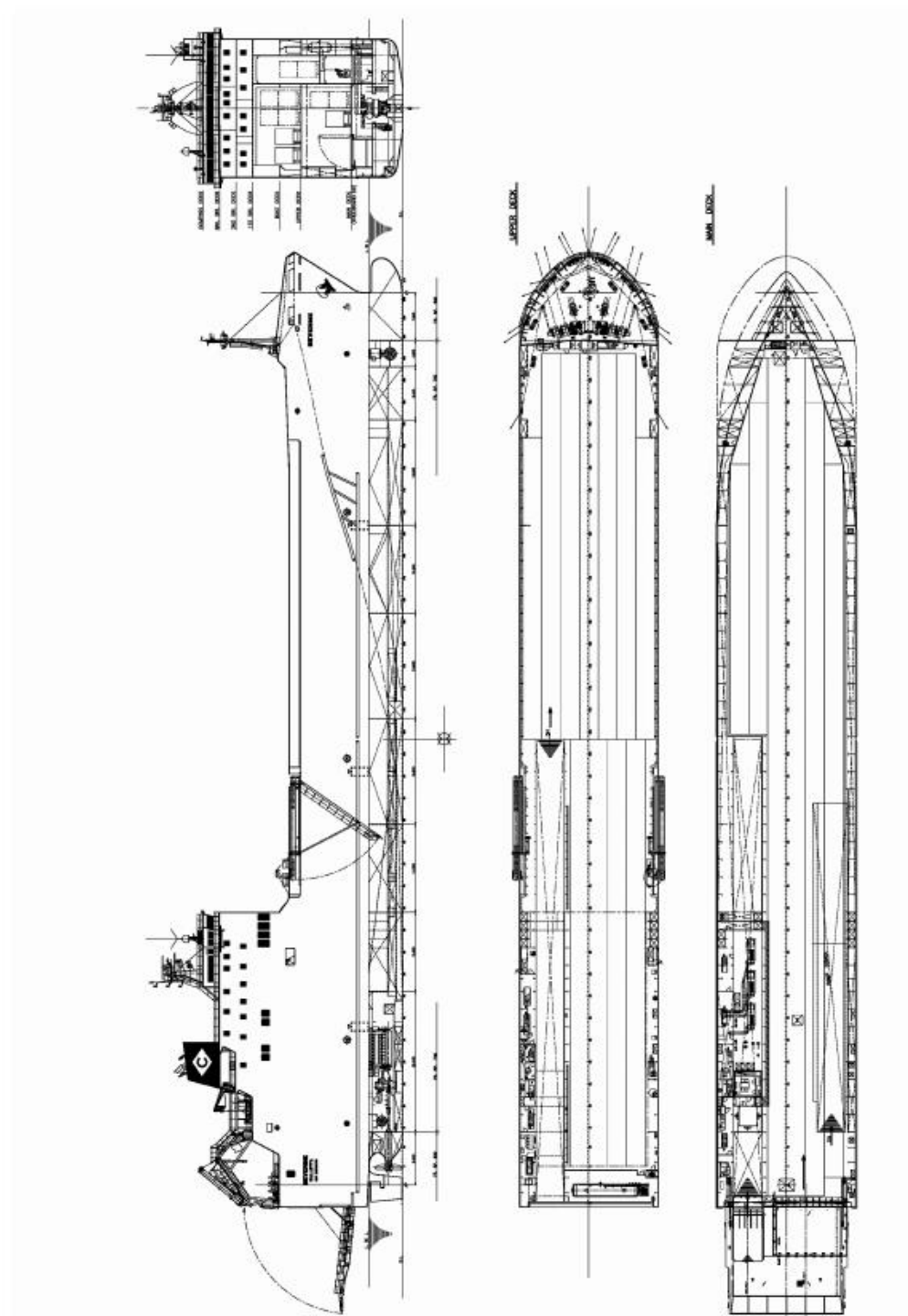
The bridge is a totally enclosed type with three Furuno SYS-IBS units, which also has the facility for one man operation. The data logger system has an integrated monitoring device with power management and remote controller functionalities.

### TECHNICAL PARTICULARS

Length o/a: ...152.02m  
Length t/p: ...142.00m  
Breadth moulded: ...22.00m  
Depth moulded: ...  
To main deck: ...8.20m  
To upper deck: ...16.20m  
Width of double skin: ...  
Side: ...5.40m  
Bottom: ...2.40m  
Draught: ...  
Scantling: ...5.40m  
Design: ...5.40m  
Gross: ...16,342gt  
Deadweight: ...  
Design: ...6,576dwt  
Scantling: ...6,576dwt  
Speed, service: ...17knots  
Bunkers: ...  
Heavy oil: ...764m<sup>3</sup>  
Diesel oil: ...127m<sup>3</sup>  
Water ballast: ...4,135m<sup>3</sup>  
Daily fuel consumption: ...28.8tonnes/day  
Main engine only: ...  
Classification society and notations: ...BV I + HULL, +MACH ro-ro cargo ship unrestricted navigation, +AUTUMS, MON-SHAFT, Inwatersurvey  
Heat control equipment: ...Frank Mohr, 500m<sup>3</sup>/h  
Main engine: ...  
Design: ...Wärtsilä  
Model: ...16V32  
Manufacturer: ...Wärtsilä  
Number: ...1  
Type of fuel: ...HFO, MDO  
Output of each engine: ...7,000kW x 750rpm  
Gearboxes: ...  
Make: ...Wärtsilä  
Model: ...SDV 95-PDMT 116  
Output speed: ...188.2rpm  
Propellers: ...  
Material: ...Ni-Al-Bronze  
Designer/manufacturer: ...Wärtsilä  
Fixed/controllable pitch: ...Controllable  
Diameter: ...4.3m  
Speed: ...188.2rpm  
Main engine driven alternators: ...  
Make/type: ...AVK/D500GL1/6  
Output/speed of each set: ...2,000kW x 1,200rpm  
Diesel driven alternators: ...  
Engine make/type: ...Daihatsu Diesel Mfg Co., Ltd  
Type of fuel: ...MDO  
Output/speed of each set: ...550kW x 900rpm  
Alternator make/type: ...Tatyo Electric Co., Ltd  
Output/speed of each set: ...500kW x 900rpm  
Boilers: ...  
Type: ...Thermal oil heater, Economiser  
Make: ...Alfa Laval  
Output, each boiler: ...Thermal oil heater 700kW, Economiser 500kW

Other cranes: ...  
Make: ...Kyofutsu Kikai Co., Ltd  
Type: ...Electric motor driven  
Tasks: ...Provision handling  
Performance: ...1tonne x 4m  
Mooring equipment: ...  
Number: ...2 x windlasses, 2 x mooring winches  
Make: ...Nippon Pumps Co., Ltd  
Type: ...Hydraulic  
Special lifesaving equipment: ...  
Number of each and capacity: ...1 x 98 persons  
Make: ...Hataoka  
Type: ...Totally enclosed freefall  
Vehicles: ...  
Number of vehicle decks: ...3 decks  
Total lane length: ...1,755m  
Total cars: ...116  
Doors/ramps/lifts/movable car ramps: ...  
Number of each: ...1 x ramp, 1 x ramp cover  
Type: ...Stern ramp-way door/ slide hinged ramp door  
Designer: ...TTS  
Ballast control system: ...  
Make: ...Nakakita Selsakusho Co., Ltd  
Water ballast treatment system: ...  
Make: ...Panasia  
Capacity: ...500m<sup>3</sup>/h  
Compliment: ...  
Officers: ...10  
Crew: ...14  
Stem appendages/special rudders: ...Double plated, ocean shilling mariner  
Bow thruster: ...  
Make: ...Kawasaki Heavy Industries, Ltd  
Output: ...144kW  
Stern thruster: ...  
Make: ...Kawasaki Heavy Industries, Ltd  
Output: ...99kW  
Bridge control system: ...  
Make: ...Furuno  
One-man operation: ...Yes  
Fire detection system: ...  
Make: ...Autronica Fire and Security/ AMCO Engineering Corporation  
Type: ...Addressable  
Fire extinguishing systems: ...  
Vehicle spaces/Engine room: ...Danfoss Samco/ CO<sub>2</sub>  
Cabins/ public spaces: ...Seawater & portable fire extinguishers  
Radars: ...  
Make: ...Furuno Electric Co., Ltd  
Model: ...FAR-2827/ FAR-2837S  
Integrated bridge system: ...  
Make: ...Furuno  
Model: ...Vnyager  
Waste disposal plant: ...  
Sewage plant: ...Tatko Kikai Industries Co., Ltd/ SBH-40  
Launch/floated date: ...29 September 2011  
Delivery date: ...25 January 2012

**SEVERINE**



## **Anexo II:**

Cifra de mérito

## 1. Generación de alternativas

Nº Alternativa	Lpp0	D0	B0	T0	Lppi	Bi	Di	Ti	FN	CB
1	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	25,200	18,342	6,008	0,3058	0,667
2	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	28,200	16,391	5,374	0,3058	0,667
3	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	31,200	14,815	4,857	0,3058	0,667
4	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	25,200	18,927	6,238	0,3107	0,663
5	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	28,200	16,914	5,574	0,3107	0,663
6	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	31,200	15,287	5,038	0,3107	0,663
7	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	25,200	17,469	5,682	0,2985	0,672
8	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	28,200	15,611	5,077	0,2985	0,672
9	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	31,200	14,110	4,589	0,2985	0,672
10	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	25,200	19,067	6,292	0,3118	0,662
11	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	28,200	17,039	5,622	0,3118	0,662
12	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	31,200	15,400	5,082	0,3118	0,662
13	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	25,200	15,307	4,878	0,2794	0,686
14	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	28,200	13,678	4,359	0,2794	0,686
15	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	31,200	12,363	3,940	0,2794	0,686
16	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	25,200	18,342	6,013	0,3058	0,667
17	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	26,460	17,469	5,727	0,3058	0,667
18	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	27,720	16,675	5,467	0,3058	0,667
19	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	26,790	17,254	5,656	0,3058	0,667

ANEXO II: Cifra de mérito  
Noelia López Puente nueva

20	173,099	19,100	25,200	6,298	180,249	25,380	18,212	5,971	0,3058	0,667
21	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	25,200	18,927	6,238	0,3107	0,663
22	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	26,460	18,026	5,941	0,3107	0,663
23	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	27,720	17,207	5,671	0,3107	0,663
24	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	26,790	17,804	5,868	0,3107	0,663
25	173,099	19,100	25,200	6,298	174,679	25,380	18,793	6,194	0,3107	0,663
26	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	25,200	17,469	5,682	0,2985	0,672
27	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	26,460	16,637	5,411	0,2985	0,672
28	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	27,720	15,881	5,165	0,2985	0,672
29	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	26,790	16,432	5,344	0,2985	0,672
30	173,099	19,100	25,200	6,298	189,261	25,380	17,345	5,641	0,2985	0,672
31	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	25,200	19,067	6,292	0,3118	0,662
32	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	26,460	18,159	5,992	0,3118	0,662
33	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	27,720	17,334	5,720	0,3118	0,662
34	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	26,790	17,935	5,918	0,3118	0,662
35	173,099	19,100	25,200	6,298	173,399	25,380	18,932	6,247	0,3118	0,662
36	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	25,200	15,307	4,878	0,2794	0,686
37	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	26,460	14,578	4,645	0,2794	0,686
38	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	27,720	13,915	4,434	0,2794	0,686
39	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	26,790	14,398	4,588	0,2794	0,686
40	173,099	19,100	25,200	6,298	215,999	25,380	15,198	4,843	0,2794	0,686
41	173,099	19,100	25,200	6,298	176,644	25,200	18,717	6,157	0,3089	0,665
42	173,099	19,100	25,200	6,173	176,644	26,460	17,400	5,864	0,3089	0,665

43	173,099	19,100	25,200	6,298	176,644	27,720	17,015	5,597	0,3089	0,665
44	173,099	19,100	25,200	6,298	176,644	26,790	17,606	5,791	0,3089	0,665
45	173,099	19,100	25,200	6,298	176,644	25,380	18,584	6,113	0,3089	0,665
46	173,099	19,100	25,200	6,298	182,619	25,200	18,104	5,923	0,3038	0,668
47	173,099	19,100	25,200	6,298	182,619	26,460	17,242	5,641	0,3038	0,668
48	173,099	19,100	25,200	6,298	182,619	27,720	16,458	5,384	0,3038	0,668
49	173,099	19,100	25,200	6,298	182,619	26,790	17,030	5,571	0,3038	0,668
50	173,099	19,100	25,200	6,298	182,619	25,380	17,976	5,881	0,3038	0,668
51	173,099	19,100	25,200	6,298	179,443	25,200	18,425	6,045	0,3065	0,666
52	173,099	19,100	25,200	6,298	179,443	26,460	17,547	5,757	0,3065	0,666
53	173,099	19,100	25,200	6,298	179,443	27,720	16,750	5,495	0,3065	0,666
54	173,099	19,100	25,200	6,298	179,443	26,790	17,331	5,686	0,3065	0,666
55	173,099	19,100	25,200	6,298	179,443	25,380	18,294	6,002	0,3065	0,666

### 1.1 Comprobación de alternativas

NºAlternativa	Lppi/Bi	Ti/Dcsi	Lppi/Dcsi	B/Dcs	Bi/Ti	Lppi x Bi	Verificación
1	7,153	0,328	9,827	1,374	4,195	4542,273	Válido
2	6,392	0,328	10,997	1,720	5,248	5083,020	No válido
3	5,777	0,328	12,167	2,106	6,424	5623,767	No válido
4	6,932	0,330	9,229	1,331	4,040	4401,906	Válido
5	6,194	0,330	10,328	1,667	5,059	4925,943	No válido



ANEXO II: Cifra de mérito  
Noelia López Puentenueva

6	5,599	0,330	11,426	2,041	6,193	5449,979	No válido
7	7,510	0,325	10,834	1,443	4,435	4769,387	Válido
8	6,711	0,325	12,124	1,806	5,554	5337,171	No válido
9	6,066	0,325	13,414	2,211	6,799	5904,955	No válido
10	6,881	0,330	9,094	1,322	4,005	4369,648	Válido
11	6,149	0,330	10,177	1,655	5,016	4889,844	No válido
12	5,558	0,330	11,259	2,026	6,140	5410,040	No válido
13	8,571	0,319	14,112	1,646	5,166	5443,173	No válido
14	7,660	0,319	15,792	2,062	6,470	6091,170	No válido
15	6,923	0,319	17,471	2,524	7,919	6739,167	No válido
16	7,153	0,328	9,827	1,374	4,191	4542,273	Válido
17	6,812	0,328	10,318	1,515	4,620	4769,387	Válido
18	6,502	0,328	10,810	1,662	5,071	4996,500	No válido
19	6,728	0,328	10,447	1,553	4,736	4828,869	Válido
20	7,102	0,328	9,897	1,394	4,251	4574,718	Válido
21	6,932	0,330	9,229	1,331	4,040	4401,906	Válido
22	6,602	0,330	9,690	1,468	4,454	4622,002	Válido
23	6,302	0,330	10,152	1,611	4,888	4842,097	No válido
24	6,520	0,330	9,811	1,505	4,566	4679,646	Válido
25	6,883	0,330	9,295	1,351	4,098	4433,348	Válido
26	7,510	0,325	10,834	1,443	4,435	4769,387	Válido
27	7,153	0,325	11,376	1,590	4,890	5007,856	No válido
28	6,828	0,325	11,918	1,746	5,367	5246,325	No válido
29	7,065	0,325	11,518	1,630	5,013	5070,312	No válido
30	7,457	0,325	10,912	1,463	4,499	4803,454	Válido

ANEXO II: Cifra de mérito  
Noelia López Puentenueva

31	6,881	0,330	9,094	1,322	4,005	4369,648	Válido
32	6,553	0,330	9,549	1,457	4,416	4588,130	Válido
33	6,255	0,330	10,004	1,599	4,846	4806,612	No válido
34	6,473	0,330	9,668	1,494	4,527	4645,351	Válido
35	6,832	0,330	9,159	1,341	4,063	4400,859	Válido
36	8,571	0,319	14,112	1,646	5,166	5443,173	No válido
37	8,163	0,319	14,817	1,815	5,696	5715,332	No válido
38	7,792	0,319	15,523	1,992	6,251	5987,490	No válido
39	8,063	0,319	15,002	1,861	5,839	5786,611	No válido
40	8,511	0,319	14,212	1,670	5,240	5482,053	No válido
41	7,010	0,329	9,438	1,346	4,093	4451,427	Válido
42	6,676	0,337	10,152	1,521	4,513	4673,999	Válido
43	6,372	0,329	10,382	1,629	4,953	4896,570	No válido
44	6,594	0,329	10,033	1,522	4,626	4732,291	Válido
45	6,960	0,329	9,505	1,366	4,152	4483,223	Válido
46	7,247	0,327	10,087	1,392	4,255	4601,993	Válido
47	6,902	0,327	10,591	1,535	4,691	4832,093	Válido
48	6,588	0,327	11,096	1,684	5,148	5062,192	No válido
49	6,817	0,327	10,723	1,573	4,809	4892,357	Válido
50	7,195	0,327	10,159	1,412	4,316	4634,864	Válido
51	7,121	0,328	9,739	1,368	4,169	4521,958	Válido
52	6,782	0,328	10,226	1,508	4,596	4748,056	Válido
53	6,473	0,328	10,713	1,655	5,044	4974,154	No válido
54	6,698	0,328	10,354	1,546	4,711	4807,272	Válido
55	7,070	0,328	9,809	1,387	4,229	4554,258	Válido

## 2. Selección de alternativas

NºAlternativa	Lppi	Bi	Di	Ti	FN	Cpk	CP	CM	CB	$\Delta$
10	173,399	25,200	19,067	6,292	0,312	0,01	0,579	0,975	0,565	15.928,73
10	173,399	25,200	19,067	6,292	0,312	0,02	0,589	0,975	0,574	16.203,85
10	173,399	25,200	19,067	6,292	0,312	0,03	0,599	0,975	0,584	16.478,97
16	180,249	28,200	16,914	5,574	0,306	0,01	0,592	0,976	0,577	16.782,30
16	180,249	28,200	16,914	5,574	0,306	0,02	0,602	0,976	0,587	17.065,95
16	180,249	28,200	16,914	5,574	0,306	0,03	0,612	0,976	0,597	17.349,60
26	189,261	25,200	17,469	5,682	0,298	0,01	0,607	0,976	0,593	16.482,14
26	189,261	25,200	17,469	5,682	0,298	0,02	0,617	0,976	0,603	16.753,55
26	189,261	25,200	17,469	5,682	0,298	0,03	0,627	0,976	0,612	17.024,96
35	173,399	25,380	18,932	6,247	0,312	0,01	0,579	0,975	0,565	15.928,73
35	173,399	25,380	18,932	6,247	0,312	0,02	0,589	0,975	0,574	16.203,85
35	173,399	25,380	18,932	6,247	0,312	0,03	0,599	0,975	0,584	16.478,97
51	179,443	25,200	18,425	6,045	0,307	0,01	0,590	0,976	0,576	16.150,12
51	179,443	25,200	18,425	6,045	0,307	0,02	0,600	0,976	0,586	16.423,76
51	179,443	25,200	18,425	6,045	0,307	0,03	0,610	0,976	0,595	16.697,40

Nº Altn.	CB_Alx der.	ccs	cas	cem	cmg (€/t)	PS (t)	CMg (€)	CMm(€)=CMo	BP(KW)	CHf (€)	Cep (€)	Per(t)	Cer (€)	Ceq+CMe (€)	CVa	CC (€)
1	0,5111	1,5	1,15	1,1	853,875	7.537,573	6.436.145,2	15.828.903,4	295.630,54	1.224.000,00	103.470.690,4	10423,76504	7.036.041,4	38.331.663,7	5.538.456,7	66.135.169,0
2	0,5111	1,5	1,15	1,1	853,875	7.537,573	6.436.145,2	15.828.903,4	299.024,90	1.224.000,00	104.658.715,2	10423,76504	7.036.041,4	38.331.663,7	5.538.456,7	66.135.169,0
3	0,5111	1,5	1,15	1,1	853,875	7.537,573	6.436.145,2	15.828.903,4	302.400,10	1.224.000,00	105.840.035,0	10423,76504	7.036.041,4	38.331.663,7	5.538.456,7	66.135.169,0
4	0,5231	1,5	1,15	1,1	853,875	8.419,743	7.189.408,4	17.681.461,2	506.895,73	1.224.000,00	177.413.504,4	11570,85494	7.810.327,1	25.944.533,3	4.484.999,4	55.300.402,3
5	0,5231	1,5	1,15	1,1	853,875	8.419,743	7.189.408,4	17.681.461,2	512.591,37	1.224.000,00	179.406.978,9	11570,85494	7.810.327,1	25.944.533,3	4.484.999,4	55.300.402,3
6	0,5231	1,5	1,15	1,1	853,875	8.419,743	7.189.408,4	17.681.461,2	518.255,54	1.224.000,00	181.389.439,0	11570,85494	7.810.327,1	25.944.533,3	4.484.999,4	55.300.402,3
7	0,5286	1,5	1,15	1,1	853,875	8.227,117	7.024.929,2	17.276.944,9	3.479.068,03	1.224.000,00	1.217.673.811,1	11377,33989	7.679.704,4	42.101.678,3	6.060.262,3	72.463.814,6
8	0,5286	1,5	1,15	1,1	853,875	8.227,117	7.024.929,2	17.276.944,9	3.517.156,86	1.224.000,00	1.231.004.899,3	11377,33989	7.679.704,4	42.101.678,3	6.060.262,3	72.463.814,6
9	0,5286	1,5	1,15	1,1	853,875	8.227,117	7.024.929,2	17.276.944,9	3.555.040,54	1.224.000,00	1.244.264.189,7	11377,33989	7.679.704,4	42.101.678,3	6.060.262,3	72.463.814,6
10	0,5111	1,5	1,15	1,1	853,875	7.564,445	6.459.090,5	15.885.334,6	295.630,54	1.224.000,00	103.470.690,4	10460,92653	7.061.125,4	33.335.803,0	5.044.513,8	60.724.741,8
11	0,5111	1,5	1,15	1,1	853,875	7.564,445	6.459.090,5	15.885.334,6	299.024,90	1.224.000,00	104.658.715,2	10460,92653	7.061.125,4	33.335.804,0	5.044.513,9	60.724.742,9
12	0,5111	1,5	1,15	1,1	853,875	7.564,445	6.459.090,5	15.885.334,6	302.400,10	1.224.000,00	105.840.035,0	10460,92653	7.061.125,4	33.335.805,0	5.044.514,0	60.724.744,0
13	0,5217	1,5	1,15	1,1	853,875	7.800,307	6.660.486,8	16.380.643,8	458.751,25	1.224.000,00	160.562.938,2	10787,10118	7.281.293,3	33.335.806,0	5.094.045,0	61.470.981,5
14	0,5217	1,5	1,15	1,1	853,875	7.800,307	6.660.486,8	16.380.643,8	463.918,60	1.224.000,00	162.371.508,8	10787,10118	7.281.293,3	33.335.807,0	5.094.045,1	61.470.982,6
15	0,5217	1,5	1,15	1,1	853,875	7.800,307	6.660.486,8	16.380.643,8	469.057,32	1.224.000,00	164.170.062,3	10787,10118	7.281.293,3	33.335.808,0	5.094.045,2	61.470.983,7



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto Nº17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº2:**

**CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL  
PESO EN ROSCA Y DE SUS PARTIDAS  
CORRESPONDIENTES**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018



## Cdno.2 Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes

---

### RESUMEN

Se calcula el peso en rosca y centros de gravedad a utilizar en la estabilidad del buque proyecto mediante formulaciones empíricas en cada partida o por datos estimados según fabricantes. Los pesos y centros de gravedad son desglosados en partidas. Los centros de gravedad consideran el plano de disposición general.

Calcúlase o peso en rosca e centros de gravidade para usar na estabilidade do buque proxecto mediante formulacións empíricas en cada partida ou por datos estimados segundo os fabricantes. Os pesos e centros de gravidade son desglosados en partidas. Os centros de gravidade consideran o plano de disposición xeral.

The lightweight and centers of gravity to be used in the stability of the ship project is calculated by means of empirical formulations in each item or by data estimated by manufacturers. Weights and centers of gravity are broken down into items. The centers of gravity consider the general layout plan

.







**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Cálculo del peso en rosca y centros de gravedad</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Estimación del peso de acero</b>	<b>2</b>
2.1.1 Peso y c.g de acero continuo, superestructuras y casetas	2
2.1.2 Peso de acero de rampas	3
2.1.3 Peso de acero de montacargas	5
2.1.4 Peso de acero restante:	5
2.1.5 Desglose Peso de Acero:	9
<b>2.2 Estimación del peso de maquinaria</b>	<b>9</b>
2.2.1 Peso motores principales	9
2.2.2 Peso acoplamiento de motores principales	9
2.2.3 Peso grupos auxiliares	10
2.2.4 Peso grupos emergencia	10
2.2.5 Peso propulsores	10
2.2.6 Peso línea de ejes	10
2.2.7 Peso reductoras	11
2.2.8 Peso Generador de cola	11
2.2.9 Peso Instalación del Generador de agua dulce	12
2.2.10 Peso Instalación eléctrica	12
2.2.11 Peso Tuberías y bombas en Cámara de Máquinas	12
2.2.12 Peso Equipo de la chimenea	13
2.2.13 Peso piezas de respeto, cargos en CC.MM y líquidos en circuitos	13
2.2.14 Peso hélices de maniobra	13
2.2.15 Peso Instalación CI en CC.MM	14
2.2.16 Peso Tecles en CC.MM	14
2.2.17 Peso Sistema CI en espacios de carga	14
2.2.18 Desglose Peso de Maquinaria:	15
<b>2.3 Estimación del peso de equipo y habilitación</b>	<b>15</b>
2.3.1 Peso de Equipos de Amarre y Fondeo	15
2.3.2 Peso de Equipos del casco	17
2.3.3 Peso de Equipos de navegación	18
2.3.4 Peso de Equipos de gobierno	18
2.3.5 Peso de Equipos de salvamento	19
2.3.6 Peso de Equipos de contraincendios	19
2.3.7 Peso de Equipos de acondicionamiento de bodegas	19
2.3.8 Peso de Equipos de cierres y accesos	21
2.3.9 Peso de habilitación	23
2.3.10 Peso de Aire acondicionado	25
2.3.11 Desglose Peso de Equipos y habilitación:	26
<b>3. Desglose del peso en rosca y centros de gravedad</b>	<b>26</b>
<b>4. Comprobación del peso muerto y carga útil</b>	<b>27</b>
<b>5. Bibliografía</b>	<b>28</b>

## 1. Introducción

En el anterior cuaderno se estimaron unas dimensiones en base a formulaciones empíricas y en fase inicial se aproximó un valor para el peso en rosca. Con objeto de precisar las estimaciones, en este cuaderno se calculará el peso en rosca desglosado en distintas partidas para minimizar errores. La distribución de pesos será utilizada para los cálculos de posteriores cuadernos de Resistencia Longitudinal y condiciones de carga.

Las características del buque obtenidas varían ligeramente el coeficiente de bloque tras realizar transformaciones paramétricas en las formas del Cuaderno 3:

**Tabla 1: Dimensiones buque proyecto**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Puntal a la cubierta principal (D)	8,3 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
$\Delta$	18677 t
Velocidad	25 nudos
Tripulantes	18
Conductores	12

El peso en rosca real y la posición del centro de gravedad se conoce en la experiencia de estabilidad. Los pesos utilizados en las partidas desglosadas serán los indicados por fabricante o por pesos de buques referentes.

## 2. Cálculo del peso en rosca y centros de gravedad

El peso en rosca se desglosará principalmente en las siguientes partidas:

- Peso de Acero: obtenido mediante el Método Watson del libro “Proyecto de buques y artefactos”.
- Peso de Maquinaria: se utilizarán datos de fabricantes y formulaciones empíricas.

- Peso de Equipo y Habilitación: A partir de fabricantes y formulaciones.

## 2.1 Estimación del peso de acero

### 2.1.1 Peso y c.g de acero continuo, superestructuras y casetas

D.G.M propone un método para calcular el peso de acero de un buque (Wst), basándose en un buque estándar con un coeficiente de bloque de 0,7 calculado al 80% del puntal a través del Numeral (E) de Equipo del Lloyds y un factor (K) según el tipo de buque.

$$Wst = K \cdot E^{1,36} \cdot (1 + 0,5 \cdot (CBp - 0,7))$$

Donde:

$$E = Lpp \cdot (B + T_{escantillonado}) + 0,85 \cdot Lpp \cdot (Du - T_{escantillonado}) + 0,85 \cdot \sum l_s h_s + 0,75 \cdot \sum l_c h_c$$

$l_s$  = longitud de superestructura sobre la cubierta superior con manga igual o mayor al 75% de la manga del buque.

$h_s$  = Altura de superestructura

$l_c$  = Longitud de las casetas

$l_c$  = Longitud de las casetas

$h_c$  = Altura de las casetas

Llamando **Fs**, factor de superestructura a los sumandos de los productos de superestructura y casetas. Tenemos que **Fs = 498,332**. Resulta un valor de E de:

E= 8020,08

El valor de K = 0,04 se obtiene de la interpolación de valores tabulados para buques ro-ro publicado en el libro "Proyecto de buques y Artefactos".

**Figura 1: Estimación de acero continuo y superestructuras**

TIPO DE BUQUE: RO - RO								
PESO ACERO	FACTOR SFRA	FACTOR K	L	B	D	T	C <sub>B</sub>	OBSERVACIONES
4270	578	0,0421	120	22	14,33	6,5	0,71	4 CUBIERTAS
9770	304	0,0392	182	31	20	9,5	0,64	3 CUBIERTAS
1680	191,8	0,0343	92	17,8	11,5	5,6	0,61	2,5 CUBIERTAS
3300	309	0,041	114,5	21	12	9		2 CUBIERTAS

El coeficiente de bloque al 80% del puntal del buque proyecto se calcula mediante:

$$Cb_p = Cb + (1 - Cb) \cdot \frac{0,8D - T_{escantill.}}{3 \cdot T_{escantill.}}$$

$$Cb_p = 0,649 + (1 - 0,649) \cdot \frac{0,8 \cdot 8,3 - 6,215}{3 \cdot 6,215} = 0,657$$

El valor estimado para el peso estructural de acero continuo y de superestructuras y casetas es:

$$Wst = 7900 \text{ tn.}$$

El centro de gravedad vertical se estima del valor medio de la expresión citada en el libro de la referencia y del autor Garcés.

$$\begin{aligned} ZWst1 &= 0,01 \cdot D \cdot \left( 46,6 + \frac{0,135 \cdot (0,81 - Cb) \cdot L^2}{D^2} \right) + \left( \frac{L}{B} - 6,5 \right) \cdot 0,008 \cdot D \\ &= 9,054 \text{ m} \end{aligned}$$

Se aplica la corrección por bulbo de proa  $\rightarrow -0,002 \cdot D = -0,037$

$$ZWst1_{corr} = 9,057 \text{ m}$$

$$ZWst2 = 0,963 \cdot D^{0,8} = 9,939 \text{ m}$$

$$ZWst = 9,498 \text{ m}$$

El centro longitudinal según Garcés se obtiene de:

$$XWst = 0,417 \cdot L + 4,51 = 79,445 \text{ m}$$

### 2.1.2 Peso de acero de rampas

Las rampas a tener en cuenta son:

- Rampas de popa y proa:

La puerta *rampa de proa* da acceso a la carga conectando el muelle y el buque. Se sitúa a la altura de la cubierta principal, con las dimensiones de 14,6 m de longitud ( $l_{rp}$ ) incluyendo las uñas y 4,82 m. ( $b_{rp}$ ) de ancho para un peso simultáneo máximo de 80 t. Ha de soportar el paso de 1 tráiler con cabeza tractora de 43,8 ton en total o un roll-tráiler de 68,2 ton.

Se dispone una *rampa-puerta de popa* de 14,5 m. de longitud ( $l_{rp}$ ) y 13,2 m en anchura ( $b_{rp}$ ) dividida en cuatro calles que permiten el paso simultáneo de rolltrailer con cabeza tractora de 68,2 t y trailer de 43,8 t.

El peso de estas rampas se estima con la expresión:

$$P_{RP}(\text{tn.}) = [0,17 + 0,075 \cdot \ln(l_{rp})] \cdot l_{rp} \cdot b_{rp}$$

- Rampa lateral:

Se disponen una rampa-puerta en un costado con paso libre de 4,5 m y 5 m en anchura ( $b_{rl}$ ) que dará acceso a dos coches simultáneamente. La longitud de la rampa ( $l_{rl}$ ) será de 15 m. El peso se estima con la siguiente expresión:

$$P_{RL}(tn.) = [0,17 + 0,075 \cdot \ln(l_{rl})] \cdot l_{rl} \cdot b_{rl}$$

- Rampas interiores:

A) La rampa articulada comunicará la cubierta principal con la cubierta de coches. La anchura de paso será de 3 m de un solo carril con longitud de 21,4 m y ha de soportar el peso de 2 coches.

B) La rampa móvil que comunica la cubierta superior con la cubierta principal tiene una longitud de 51,8 m y una anchura de 6 m.

C) La rampa de la cardeck tendrá una longitud de 21,8 m y una anchura de 3,5 m.

D) La rampa fija comunica la cubierta principal y la bodega tendrá una longitud de 36,95 m y una anchura de 2,7 m.

El peso de cada rampa interior es estimado con lo siguiente:

$$P_{RI}(tn.) = [0,17 + 0,075 \cdot \ln(l_{ri})] \cdot l_{ri} \cdot b_{ri}$$

Se muestra la tabla resumen:

**Tabla 2**

Descripción	Lrp (m)	Brp (m)	xg (m)	yg(m)	zg (m)	Peso (t)
R. de proa	14,6	4,82	184,792	0	8,506	26,113
R. de popa	14,5	13,2	-17,488	0	8,509	70,925
R. lateral	15	5	100,065	20,1	7,17	27,983
R. articulada	21,4	3	29,306	9,406	10,899	25,664
R. móvil	51,8	6	113,225	-8,252	13,354	144,850
R. cardeck	21,8	3,5	127,701	9,502	10,842	30,607
R. fija	36,95	2,7	89,332	7,856	5,157	43,968
						<b>370,111</b>

<b>Peso Acero Rampas</b>	370,111 t
<b>Xg_rampas</b>	85,728 m
<b>Yg_rampas</b>	0,661 m
<b>Zg_rampas</b>	10,264 m

### 2.1.3 Peso de acero de montacargas

El montacargas permitirá el trasiego de provisiones y carga de la tripulación entre la cubierta principal y zona de habitación con las dimensiones de 2,188 m de longitud ( $l_L$ ) y 2,054 m de ancho ( $b_L$ ). El peso se calcula con la siguiente expresión:

$$P_L(tn.) = [0,2 + 0,150 \cdot \ln(l_L)] \cdot l_L \cdot b_L$$
$$P_L = 1,427 t$$

El centro de gravedad se sitúa en la posición más desfavorable, en la zona más alta respecto a la línea base.

$$X_g = 46,684 m \quad Y_g = 10,28 m \quad Z_g = 20 m$$

### 2.1.4 Peso de acero restante:

#### Peso ARBOTANTES de la línea de ejes

Se estima el peso de cada arbotante de las líneas de ejes mediante la expresión:

$$P_{arb} = 1,05 \cdot 0,3 \cdot L_s$$

Donde  $L_s$  es la longitud de cada línea de ejes de 35,18 m, supone un peso total para dos arbotantes de:

$$P_L = 22,163 t$$
$$X_g = 6,146 m \quad Y_g = 4,961 m \quad Z_g = 3,896 m$$

#### Peso de Polines de molinetes de proa

$$P_{mol\_proa} = N \cdot (0,000195 \cdot \sqrt{\phi_c} + 0,00476 \cdot \phi_c + 0,4857)$$

Donde:

$N=2$ , número de molinetes en proa.

$\phi_c = 73$  mm, diámetro de la cadena

$$P_{mol\_proa} = 1,67 t$$

El centro de gravedad vertical se obtiene a 150 mm sobre la cubierta superior.

$$X_g = 173,867 m \quad Y_g = 2,017 m \quad Z_g = 18,65 m$$

#### Polines de motores propulsores

Este peso se estima en función de la potencia del motor principal con la expresión:

$$P_{pol\_MMPP} = \frac{(a + b) \cdot NMO \cdot \frac{BKw}{0,736}}{1000}$$

$NMO=4$ ; número de motores principales

$BKw= 13740$  KW; potencia de cada motor.



a, valor dependiente de la potencia del motor con reductor

$$a = 0,00135 \cdot \sqrt{\frac{BKw}{1000}} - 0,071 \cdot \frac{BKw}{1000} + 2,07 = 1,424$$

b, valor dependiente de la rpm del motor. Este motor va a 600 rpm y para este valor se aplica la formulación de  $300 < RPM < 600$ :

$$b = \frac{450 - RPM}{300} = -0,5$$

$$P_{pol\_MMPP} = 44,764 \text{ t}$$

Por su posición en la CC.MM se obtienen los centros de gravedad

$$X_g = 44,101 \text{ m} \quad Y_g = 0 \text{ m} \quad Z_g = 1,808 \text{ m}$$

#### Polines de grupos auxiliares

$$P_{pol\_GGAA} = NMa \cdot PKVA \cdot \frac{4,5}{RPMA}$$

Siendo:

NMa=3;

PKVA=1150 KVa. Potencia en KVa de cada generador.

RPMA=1000 rpm. Revoluciones por minuto de los generadores

$$P_{pol\_GGAA} = 15,525 \text{ t}$$

$$X_g = 31,322 \text{ m} \quad Y_g = 5,978 \text{ m} \quad Z_g = 5,088 \text{ m}$$

#### Polines de grupos emergencia

El grupo de emergencia es de la mismas características que los grupos auxiliares por lo que se calcula de igual manera. Únicamente se utilizará un solo grupo.

$$P_{pol\_GE} = 5,175 \text{ t}$$

$$X_g = 73,564 \text{ m} \quad Y_g = 9,933 \text{ m} \quad Z_g = 18,7 \text{ m}$$

### Polines de chigres

Se determina el peso de los polines de chigres tanto los de proa como los de popa con lo siguiente:

$$P_{pol\_chigres} = N \cdot (0,000714 \cdot \sqrt{T} + 0,007143 \cdot T + 0,3857)$$

Donde:

N= Número de chigres. Se dotará al buque de 2 parejas de chigres, una para proa y otra para popa.

T= Tracción de cada chigre.

- **CHIGRES DE PROA:** Se instalan dos chigres de proa en la zona de amarre con 11,78 tn.

$$P_{polchigrepr} = 0,989 t$$

Los centros de gravedad se sitúan a 150 mm sobre la cubierta de la zona de amarre de proa.

$$X_g = 177,997 m \quad Y_g = 0 m \quad Z_g = 18,65 m$$

- **CHIGRES DE POPA:** Se instalan de las mismas características y se procede de igual manera para los centros de gravedad.

$$P_{polchigrepp} = 0,989 t$$

$$X_g = -0,694 m \quad Y_g = 0 m \quad Z_g = 18,65 m$$

### Tanques no estructurales en Cámara de Máquinas

El peso de los tanques no estructurales de CC.MM se puede estimar mediante la función dependiente de la potencia del motor principal BkW:

$$P_{TNE} = a + (b \cdot NMO \cdot BkW)$$

Siendo a = 1,2 y b=0,0009 para BkW > 736 Kw

$$P_{TNE} = 50,664 \text{ t}$$

Los centros de gravedad se estimados por la posición geométrica del plano de disposición general, estimando el centro longitudinal como la distancia que hay al mamparo divisorio de la cámara de máquinas principal y auxiliar.

$$X_g = 30,659 \text{ m} \quad Y_g = - \text{ m} \quad Z_g = 3,701 \text{ m}$$

#### Quillas de balance

El peso de las quillas de balance se estima pesando la chapa con un margen de 1,05 por las soldaduras. Se toma la longitud (l) de 1/3 Lpp, 60 m aprox. y un ancho (b) de 0,6 m y un escantillón (t) mínimo reglamentario de 13 mm y resulta:

$$P_{Q\_balance} = 2 \cdot 1,05 \cdot \rho_{acero} \cdot l \cdot b \cdot t$$

$$P_{Q\_balance} = 0,983 \text{ t}$$

El centro de gravedad longitudinal se estima en la posición de la cuaderna maestra ya que las quillas han de estar centradas.

$$X_g = 85,526 \text{ m} \quad Y_g = - \text{ m} \quad Z_g = 1,3 \text{ m}$$

Se resume el desglose de la partida de acero restante en:

**Tabla 3**

Descripción	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
Arbotantes	22,163	6,146	4,961	3,896
Polines Molinetes de proa	1,67	173,867	2,017	18,650
Polines MMPP	44,764	44,101	0,000	1,808
Polines MMAA	15,525	31,322	5,978	5,088
Polines G.Emergencia	5,175	73,564	9,933	18,700
Polines Chigres proa	0,989	177,997	0,000	18,650
Polines Chigres popa	0,989	-0,694	0,000	18,650
Tanques No Estruct.	50,664	30,659		3,701
Quillas de balance	0,983	85,526		1,300
<b>Total</b>	<b>142,922</b>	<b>35,546</b>	<b>1,802</b>	<b>4,197</b>

### 2.1.5 Desglose Peso de Acero:

En la tabla se desglosan las estimaciones de pesos y centros de gravedad correspondientes a las subpartidas.

**Tabla 4**

DESGLOSE PESO ACERO				
Subpartidas	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
Acero continuo y superestructuras	8.109	79,445		9,478
Rampas	370	84,748	0,661	10,264
Ascensor	1,427	46,684	10,28	20
Acero restante	142,922	35,546	1,802	4,197
<b>TOTAL</b>	<b>8.624</b>	<b>78,940</b>	<b>0,060</b>	<b>9,426</b>

## 2.2 Estimación del peso de maquinaria

### 2.2.1 Peso motores principales

Según el fabricante, los motores seleccionados según la predicción de potencia son 4 motores de Wartsila modelo W12V46DF cada uno de 13740 Kw de potencia que suponen un peso individual de 184 tn . El peso total será:

$$P_{MM.PP} = 736 \text{ t}$$

$$X_g = 44,101 \text{ m} \quad Y_g = 0 \text{ m} \quad Z_g = 3,367 \text{ m}$$

### 2.2.2 Peso acoplamiento de motores principales

En base a otros motores referentes se toma el valor de 1,5 t. por cada uno. Se estima el mismo centro de gravedad que el del motor

$$P_{acoplamiento MM.PP} = 6 \text{ t}$$

$$X_g = 44,101 \text{ m} \quad Y_g = 0 \text{ m} \quad Z_g = 3,367 \text{ m}$$

### 2.2.3 Peso grupos auxiliares

De acuerdo al balance eléctrico, para los tres grupos auxiliares seleccionados modelo **6L 20DF GenSet a 1000 rpm y 50 Hz** cuentan con un peso individual de 16,7 t.

$$P_{\text{grupos auxiliares}} = 50,1 \text{ t}$$

$$X_g = 31,322 \text{ m} \quad Y_g = 5,978 \text{ m} \quad Z_g = 6,373 \text{ m}$$

### 2.2.4 Peso grupos emergencia

El grupo de emergencia es de las mismas características que los anteriores

$$P_{\text{grupo emergencia}} = 16,7 \text{ t}$$

$$X_g = 73,564 \text{ m} \quad Y_g = 9,933 \text{ m} \quad Z_g = 18,8 \text{ m}$$

### 2.2.5 Peso propulsores

El peso de cada hélice controlable se hallará en función del diámetro obtenido en la predicción de potencia de 4,5 m, con la expresión:

$$P_h = 0,12 \cdot D^3$$

$$P_h = 21,87 \text{ t}$$

El centro de gravedad es coincidente con posición del núcleo.

$$X_g = 3,8 \text{ m} \quad Y_g = -m \quad Z_g = 2,37 \text{ m}$$

### 2.2.6 Peso línea de ejes

El peso de la línea de ejes se estima con la expresión:

$$P_{lej} = Lej \cdot 0,081 \cdot \left( \frac{NMO \cdot BkW}{Nhe \cdot RPM} \right)^{2/3}$$

Donde:

Lej=35,18 m, Longitud de la línea de ejes.

NMO=4, Número de motores principales.

Bkw=13740 Kw, Potencia de cada motor principal.

Nhe =2; Número de hélices

RPM =190, revoluciones por minuto del propulsor

$$P_{lej} = 78,516 t$$

El centro de gravedad se sitúa aproximadamente en el centro de la línea de ejes y a una altura ligeramente superior que la hélice.

$$X_g = 20,888 m \quad Y_g = - m \quad Z_g = 2,542 m$$

### 2.2.7 Peso reductoras

El peso de las reductoras de doble entrada con salida individual se estima mediante la expresión:

$$P_{red} = (-0,00496 \cdot T_{red}^2 + 1,4373 \cdot T_{red} + 1,306) + W_{PTO}$$

El peso ( $W_{PTO}$ ) de la toma de fuerza para las PTO's se estima como:

$$W_{PTO} = \frac{Pot. (KVA)}{1000}$$

Donde el tamaño de cada reductora ( $T_{red}$ ) se calcula como:

$$T_{red} = \frac{BKw (HP)}{RPM} \cdot FHI \cdot CD$$

No se aplica reductora con reforzado de hielo. Y el coeficiente CD se obtiene de:

$$CD = (0,0075 \cdot R_{red} + 0,187 \cdot R_{red} + 3,196)$$

Para una relación de reducción  $R_{red}$  de 3,109

El peso total para dos reductoras, una por línea será:

$$P_{lej} = 130,801 t$$

El centro de gravedad se estima según su posición en el plano de disposición general:

$$X_g = 44,598 m \quad Y_g = - m \quad Z_g = 2,173 m$$

### 2.2.8 Peso Generador de cola

El peso del generador de cola se estima como:

$$P_{GC} = \frac{4,485 \cdot KVA + 0,000455 \cdot (KVA)^2}{1000}$$

$$P_{GC} = 18,363 \text{ t}$$

Para los centros de gravedad vertical se estima el mismo que el de la reductora.

$$X_g = 42,203 \text{ m} \quad Y_g = - \text{ m} \quad Z_g = 2,173 \text{ m}$$

### 2.2.9 Peso Instalación del Generador de agua dulce

Se determina el peso en función de la capacidad.

$$P_{IAD} = \frac{1,45 \cdot (44,85 \cdot C + 600,6)}{1000}$$

Para una capacidad (C ) diaria de 3,6 t para 30 personas (tripulantes y conductores)

$$P_{GC} = 1,105 \text{ t}$$

Los centros de gravedad se sitúan en la zona de maquinaria auxiliar de la cubierta 1.

$$X_g = 145,981 \text{ m} \quad Y_g = -2,356 \text{ m} \quad Z_g = 3,1 \text{ m}$$

### 2.2.10 Peso Instalación eléctrica

La expresión para calcular la instalación eléctrica en buques con Lpp > 60m es:

$$P_{IE} = \frac{Lc + Pm}{1000}$$

La longitud de cables (Lc) en Km para buques RORO's para se calcula como:

$$L_c(Km) = 9,82 + 0,268 \cdot L + 0,000597 \cdot L^2$$

La potencia de motores propulsores será  $\rightarrow Pm = 13740 \cdot 4 = 54960 \text{ KW}$

$$P_{IE} = 55,037 \text{ t}$$

Se sitúa el centro de gravedad en la zona del local de transformadores y equipo eléctrico, a proa de la Cámara de Máquinas.

$$X_g = 36,174 \text{ m} \quad Y_g = 8,779 \text{ m} \quad Z_g = 6,389 \text{ m}$$

### 2.2.11 Peso Tuberías y bombas en Cámara de Máquinas

Se calcula en función de la potencia propulsora por lo que en la situación de sus centros de gravedad se situará en la zona de CC.MM y no en la auxiliar.

$$P_{TBM} = 0,00981 \cdot P_m \quad \text{con } P_m > 736 \text{ Kw}$$

$$P_{IE} = 539,158 \text{ t}$$

$$X_g = 47,12 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 3,851 \text{ m}$$

#### 2.2.12 Peso Equipo de la chimenea

Se determina en función de la eslora y manga.

$$P_{Ech} = 0,0034 \cdot L \cdot B$$

$$P_{Ech} = 15,397 \text{ t}$$

Se estima la posición del centro de gravedad en el compartimento del guardacalor.

$$X_g = 42,195 \text{ m} \quad Y_g = -10,369 \text{ m} \quad Z_g = 21,6 \text{ m}$$

#### 2.2.13 Peso piezas de respeto, cargos en CC.MM y líquidos en circuitos

Este peso es obtenido en función de la potencia propulsora.

$$P_{varios} = a \cdot BkW + b \cdot BkW^{0,7}$$

Los coeficientes para una potencia superior a 736 Kw son:

- $a = 0,0109$        $b = 0,07525$

$$P_{Ech} = 755,573 \text{ t}$$

El centro de gravedad lo situamos en la parte centro de CC.MM.

$$X_g = 55,027 \text{ m} \quad Y_g = -m \quad Z_g = 3,542 \text{ m}$$

#### 2.2.14 Peso hélices de maniobra

Para las hélices de maniobra seleccionadas de Rolls Royce se estima un peso según referencias del fabricante de 8,1 tn cada propulsor. Se instalarán dos propulsores.

$$P_{Hman} = 16,2 \text{ t}$$

$$X_g = 166,776 \text{ m} \quad Y_g = -m \quad Z_g = 2,536 \text{ m}$$



### 2.2.15 Peso Instalación CI en CC.MM

Se estima el peso en función de la potencia propulsora (BkW) en Kw.

$$P_{IM} = 0,125 \cdot (0,0046 \cdot BkW + 0,0088 \cdot L \cdot B)$$

$$P_{IM} = 36,583 \text{ t}$$

El centro de gravedad se estima en el local CO<sub>2</sub>

$$X_g = 34,598 \text{ m} \quad Y_g = -9,6 \text{ m} \quad Z_g = 19,95 \text{ m}$$

### 2.2.16 Peso Tecles en CC.MM

El peso de los tecles en función de la eslora de Cámara de Máquinas (lm) de 39,641 m.

$$P_{TM} = 0,047 \cdot lm \cdot B \cdot 0,6$$

$$P_{TM} = 28,043 \text{ t}$$

Se estima el centro en:

$$X_g = 52,472 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 4,2 \text{ m}$$

### 2.2.17 Peso Sistema CI en espacios de carga

El peso del sistema contraincendios en espacios de carga considerando un volumen de 20393,4 m<sup>3</sup> se estima como:

$$P_{CI} = 0,05 \cdot L + \frac{35 \cdot V}{1500}$$

$$P_{CI} = 484,831 \text{ t}$$

Se estima el centro en:

$$X_g = 88,568 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 11,134 \text{ m}$$

## 2.2.18 Desglose Peso de Maquinaria:

Tabla 5

DESGLOSE PESO MAQUINARIA				
Subpartidas	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
MM.PP	736,000	44,101		3,367
Acoplamiento MM.PP	6,000	44,101		3,367
Grupos auxiliares	50,100	31,322	5,978	6,373
Grupos emergencia	16,700	73,564	9,933	18,8
Hélices CPP	21,870	3,8		2,37
Linea de ejes	78,516	20,888		2,542
Reductor doble	130,801	44,598		2,173
Gen.Cola	18,363	42,203		2,173
I.Generador AD	1,105	145,981	-2,356	3,1
I.eléctrica	55,037	36,174	8,779	6,389
Tuberías y bombas CC.MM	539,158	47,12		3,851
Chimenea	15,397	42,195	-10,369	21,6
Piezas respetos y liquidos en CC.MM	755,573	55,027		3,542
H.maniobra	16,200	166,776		2,536
Instalación CI en CC.MM	36,583	34,598	-9,6	19,95
Tecles en CC.MM	28,043	52,472		4,2
Sistema CI espacios de carga	484,831	88,568		11,134
<b>TOTAL</b>	<b>2990,27</b>	<b>54,181</b>	<b>0,146</b>	<b>5,161</b>

## 2.3 Estimación del peso de equipo y habilitación

### 2.3.1 Peso de Equipos de Amarre y Fondeo

Al desconocer el numeral determinado se realiza una estimación en base a la eslora del buque en la gráfica 9.5.9 del libro de "Proyecto de buques y artefactos". El *Numeral* estimado es 2270. A partir de este valor se puede estimar en la gráfica 9.5.6 el peso de subpartidas:

- Anclas y cadenas
- Elementos de fondeo
- Elementos de Amarre y fondeo

#### ANCLAS Y CADENAS

El valor estimado según gráfica es:

$$P_{AyCad} = 77,5 \text{ t}$$

El centro de gravedad se sitúa para la posición de anclas y cadenas estibadas.

$$X_g = 172,917 \text{ m} \quad Y_g = \text{m} \quad Z_g = 11,41 \text{ m}$$

#### ELEMENTOS DE FONDEO

El valor estimado según gráfica es:

$$P_{E\_fondeo} = 105 \text{ t}$$

El centro de gravedad se sitúa para la posición de molinetes.

$$X_g = 174,041 \text{ m} \quad Y_g = \text{m} \quad Z_g = 19,5 \text{ m}$$

#### ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO

El valor estimado según gráfica es:

$$P_{E_{Ayfondeo}} = 155 \text{ t}$$

El centro de gravedad se estima para las zonas de amarre y fondeo.

$$X_g = 88,064 \text{ m} \quad Y_g = \text{m} \quad Z_g = 19,5 \text{ m}$$

Se resume la partida de equipos de amarre y fondeo.

**Tabla 6**

Descripción	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
Anclas y cadenas	77,5	172,917	-	11,41
E.fondeo	105	174,041	-	19,5
E.amarre y fondeo	155	88,064		19,5
<b>Total</b>	<b>337,5</b>	<b>134,297</b>	<b>0</b>	<b>17,642</b>

### 2.3.2 Peso de Equipos del casco

Esta partida se desglosa en las siguientes subpartidas:

- Pintura
- Protección catódica del buque
- Protección catódica tanques de lastre
- Tuberías y bombas

#### PINTURA

El peso de la pintura se obtiene a partir de interpolación del coeficiente K para un peso de acero estimado de 9224 t.

$$P_{PI} = K \cdot P_{acero}$$

Se interpola para los valores de:

**Tabla 7**

Peso_acero (t)	k
2000	0,008
12000	0,006

Para  $k = 0,006562$  se estima:

$$P_{PI} = 60,529 \text{ t}$$

Se toma el mismo valor de centro de gravedad que el peso de acero.

$$X_g = 78,972 \text{ m} \quad Y_g = 0,056 \text{ m} \quad Z_g = 9,429 \text{ m}$$

#### PROTECCIÓN CATÓDICA

Al desconocer el tipo de ánodos y número de años de uso, se considera el uso de ánodos de zinc durante dos años en la expresión:

$$P_{CC} = 0,0008 \cdot S_m$$

La superficie mojada ( $S_m$ ) se calcula con el valor obtenido de la predicción de potencia= 5775,793 m<sup>2</sup>

$$P_{cc} = 4,621 \text{ t}$$

El centro de gravedad se estima para la misma posición del centro de carena del buque al calado de proyecto y sin asiento.

$$X_g = 88,695 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 3,8 \text{ m}$$

### PROTECCIÓN CATÓDICA DE TANQUES DE LASTRE

Para un volumen estimado en el Cuaderno 1 de los tanques de lastre a proteger de 6152,7 m<sup>3</sup>

$$P_{t_{\text{lastre}}} = 7,383 \text{ t}$$

Para el grupo de tanques de lastre sería:

$$X_g = 127,672 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 0,85 \text{ m}$$

### TUBERIAS Y BOMBAS DE CASCO

A determinar con la expresión:

$$P_{TBC} = 0,0047 \cdot L_{pp} \cdot \sqrt{L_{pp} \cdot B}$$

$$P_{TBC} = 56,836 \text{ t}$$

El centro de gravedad se estima para el mismo que el del acero.

$$X_g = 78,892 \text{ m} \quad Y_g = 0,056 \text{ m} \quad Z_g = 9,433 \text{ m}$$

Se resume la partida de equipos de amarre y fondeo.

**Tabla 8**

Descripción	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
Pintura	55,217	78,970	0,056	9,444
Protección catódica	4,621	88,695		3,8
Protección catódica tq.lastre	7,383	127,672		0,85
Tuberías y bombas	56,836	78,970	0,056	9,444
<b>Total</b>	<b>124,057</b>	<b>30,226</b>	<b>0,02</b>	<b>3,206</b>

#### **2.3.3 Peso de Equipos de navegación**

El peso de esta partida se estima en 2 tn y el centro de gravedad en base a su posición en el puente de navegación.

$$P_{\text{Nav}} = 2 \text{ t}$$

$$X_g = 167,787 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 30,46 \text{ m}$$

#### **2.3.4 Peso de Equipos de gobierno**

Se calcula en función del área del timón y de la velocidad en pruebas para cada

línea.

$$P_{Gob} = 0,0224 \cdot A \cdot V^{2/3} + 2$$

El área del timón se calcula con la fórmula:

$$A = \frac{L \cdot T \cdot (1,1 + 25 \cdot \frac{B^2}{L^2})}{100} = 17,268 \text{ m}^2$$

La velocidad de pruebas con velocidad de servicio (Vs) de 25 nudos se estima en :

$$V = 1,06 \cdot Vs = 26,5 \text{ nudos}$$

$$P_{GOB} = 8,876 \text{ t}$$

$$X_g = 0 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 6,168 \text{ m}$$

### 2.3.5 Peso de Equipos de salvamento

El peso de equipos de salvamento (Chalecos, aros, embarcaciones,..) se estima con:

$$P_{Salv.} = 9,5 + (n - 35) \cdot 0,1$$

Siendo n el número de tripulantes, al ser menor que 35, se toma n=35.

$$P_{Salv} = 9,5 \text{ t}$$

La posición de los equipos se sitúa en el lugar de estiba de la cubierta de botes.

$$X_g = 147,824 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 26,063 \text{ m}$$

### 2.3.6 Peso de Equipos de contraincendios

Se determina en función del volumen de cámaras de máquinas o del volumen mayor de bodega si este es mayor (VBM). Para este buque, el volumen de bodega mayor es el de la cubierta principal con  $14819,3 \text{ m}^3 > \text{Volumen de CC.MM (6423,48 m}^3)$

$$P_{Incendio} = 0,0025 \cdot VBM$$

$$P_{Incendio} = 37,048 \text{ t}$$

El centro de gravedad se estima para el centro del garaje de la cubierta principal.

$$X_g = 68,942 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 10,29 \text{ m}$$

### 2.3.7 Peso de Equipos de acondicionamiento de bodegas

Se estima el peso de los ventiladores de espacios de carga con la expresión:

$$P_{ventiladores} = \Sigma N_{ve} \cdot \left( 0,5 + \frac{Q_{vent}}{400000} \right)$$

Siendo  $N_{ve}$ , el número de ventiladores instalados y  $Q_{vent}$ , el caudal de ventiladores. En la tabla se indica la distribución de ventiladores por espacios:

**Tabla 9**

Espacio	Volumen (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Unidades
Cubierta principal	14819,3	296386,0	22
Bodega	5534,1	110682,0	8
Cardeck	10390,2	207804,0	16
Cubierta coches	2908,56	58171,2	4
Cubierta superior	3613,6	72272,0	5

$$P_{\text{vent}} = 56,484 \text{ t}$$

$$X_g = 90,762 \text{ m} \quad Y_g = \text{ m} \quad Z_g = 12,62 \text{ m}$$

### 2.3.8 Peso de Equipos de cierres y accesos

Esta partida se subdivide en los siguientes conceptos:

- Puertas de acero
- Portillos y ventanas
- Barandillado
- Escala real

#### PUERTAS DE ACERO

Se estima en función del número de cubiertas de alojamiento, NH =2 y del número de zonas de amarre, NC = 2

$$P_{pa} = 0,56 \cdot (NH + 1) + 0,28 \cdot NC$$

Se determina el centro de gravedad a una distancia intermedia entre las zonas de maniobra y el centro vertical a la distancia intermedia entre zonas de maniobra y alojamientos.

$$P_{pa} = 2,24 \text{ t}$$

$$X_g = 88,063 \text{ m} \quad Y_g = \text{ m} \quad Z_g = 22,6 \text{ m}$$



### PORTILLOS Y VENTANAS

Se estima en función del número de tripulantes,  $n=30$  contando con los conductores

$$P_{pyve} = 0,12 * n$$

El centro de gravedad se estima para una posición intermedia de las cubiertas de habitación que es donde se concentran estas.

$$P_{pyve} = 3,6 \text{ t}$$

$$X_g = 156,319 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 26,7 \text{ m}$$

### BARANDILLADO

En buques con amura en la cubierta superior se determina en función del número de cubiertas de alojamientos.

$$P_{ba} = 0,245 \cdot (NH + 2)$$

El centro de gravedad se determina en el punto más a popa de la habitación a la altura de la cubierta 7.

$$P_{ba} = 0,98 \text{ t}$$

$$X_g = 142,36 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 23,73 \text{ m}$$

### ESCALA REAL

Se estima como 0,15 veces su longitud. Para dos escalas de longitud (ES) de 4 m se tiene:

$$P_{escala} = 0,15 \cdot ES$$

$$P_{escala} = 1,2 \text{ t}$$

$$X_g = 127,827 \text{ m} \quad Y_g = m \quad Z_g = 5,6 \text{ m}$$

Se resume la partida en lo siguiente:

**Tabla 10**

Descripción	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
Puertas de acero	2,24	88,063		22,6
Portillos y ventanas	3,6	156,319		26,7
Barandillado	0,98	142,36		23,73
Escala real	1,2	127,827		5,6
<b>Total</b>	<b>8,02</b>	<b>131,286</b>		<b>22,035</b>

### 2.3.9 Peso de habilitación

Se calcula el peso de habilitación en función del área de alojamientos (AA). Se utilizan los siguientes pesos unitarios de referencia para cada local.

**Tabla 11**

Local	Peso Unitario (Kg/m <sup>2</sup> )
Camarote de oficiales	135
Camarote de tripulación	160
Comedores y salones	120
Pasillos (sin mamparos)	80
Aseo individual	250
Aseo público	200
Cocina	200
Oficio	200
Gambuza seca y paños	60
Lavadero y secadero	150
Gambuza frigorífica (95 kg/m <sup>3</sup> )	190

Se muestra el desglose de pesos por cubierta:

**Tabla 12**

Descripción	Nº Unidades	Area (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
<b>Cubierta 7</b>			
Comedor/salón conductores	1	34,971	4,197
Comedor/salón tripulación	1	34,971	4,197
Comedor/salón oficiales	1	26,793	3,215
Camarotes conductores	6	9,882	9,487
Aseo individual conduct.	6	1,286	1,929
Camarotes tripulación	5	9,214	7,371

Aseo individual tripul.	5	1,286	1,608
Camarotes tripulación	6	10,293	9,881
Aseo individual tripul.	6	1,286	1,929
Cocina	1	12,286	2,457
Lavandería trip	1	8,871	1,331
Pañol ropa	1	6,159	0,370
Cuarto Limpio	1	2,547	0,153
Gambuza seca	1	8,043	0,483
Gambuza frigorífica	1	8,129	1,545
Pasillos	1	89,624	7,170
Hospital	1	17,117	3,423
<b>TOTAL</b>		<b>282,758</b>	<b>60,744</b>

**Tabla 13**

Descripción	Nº Unidades	Area (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
<b>Cubierta 8</b>			
Camarotes oficiales	6	9,673	7,835
Aseo	6	1,495	2,243
Camarotes oficiales	2	13,096	3,536
Aseo	2	1,495	0,748
Salones privados	2	17,172	4,121
Lavandería	1	22,558	3,384
Sala reunión	1	22,558	2,707
Oficio	1	11,282	2,256
Biblioteca	1	28,003	3,360
Lavandería	1	6,419	0,963
Pañol	1	2,157	0,129
Pañol	1	6,520	0,391
Aseo publico	1	1,802	0,360
Gimnasio	1	18,429	1,106
Oficinas	3	11,100	1,998
Aseo publico (Vestuario)	1	13,266	2,653
Aseo público (Vestuario)	1	12,540	2,508

Pasillos	1	87,617	7,009
<b>TOTAL</b>		<b>287,182</b>	<b>47,308</b>

**Tabla 14**

Descripción	Nº Unidades	Area (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
<b>Cubierta 9</b>			
Aseos	2	2,681	1,072
<b>TOTAL</b>		<b>2,681</b>	<b>1,072</b>

El peso total del desglose se estima en:

$$P_{Hab} = 109,124 t$$

El centro de gravedad estimado del conjunto sería:

$$X_g = 158,288 m \quad Y_g = m \quad Z_g = 27,823 m$$

### 2.3.10 Peso de Aire acondicionado

Se estima en función de la superficie de habitación ( $S_h$ ) de 840,84 m<sup>2</sup>. Este peso incluye los productos con la expresión:

$$P_{AA} = 0,02 \cdot S_h$$

$$P_{AA} = 16,817 t$$

### 2.3.11 Desglose Peso de Equipos y habilitación:

Tabla 15

DESGLOSE PESO EQUIPO Y HABILITACIÓN				
Equipo	Peso (t)	xg (m)	yg (m)	zg (m)
Amarre y fondeo	337,500	134,297	0,000	17,642
Casco	124,057	30,226	0,02	3,206
Equipos de navegación	2,000	167,787	0,000	30,460
Equipos de gobierno	8,879	0,000	0,000	6,168
Equipos de salvamento	9,500	147,824	0,000	26,063
Equipos de CI	37,048	68,942	0,000	10,290
Acondicionamiento bodegas	56,484	90,762	0,000	12,620
Cierres y accesos	8,020	131,286	0,000	22,035
Habilitación	109,124	158,288		27,823
TOTAL	692,612	110,916	0,004	15,914

## 3. Desglose del peso en rosca y centros de gravedad

Tabla 16

CONCEPTO	PESO (T)	KG(m)	MV (t·m)	XG (m)	ML (t·m)
Acero	8414,72	9,444	79464,933	78,970	664511,333
Maquinaria	2990,276	5,161	15434,084	54,181	162015,637
Equipo y habilitación	692,612	15,914	11022,196	110,916	76821,681
<b>Peso en rosca</b>	<b>12.097,61</b>	<b>8,76</b>	<b>105921,21</b>	<b>74,67</b>	<b>903348,65</b>

#### 4. Comprobación del peso muerto y carga útil

Se obtiene el valor del peso muerto a partir del peso en rosca calculado y del valor de desplazamiento.

Calculando el desplazamiento con las dimensiones principales con la siguiente expresión:

$$\Delta = \gamma \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot CB = 1,025 \cdot 179,7 \cdot 25,2 \cdot 6,2 \cdot 0,649 = 18677 \text{ t.}$$

Para el peso en rosca calculado, obtenemos el peso muerto y carga útil.

$$\Delta - PR = PM;$$

$$18677 - 12097,61 = \mathbf{6579,39 \text{ t;}}$$

Con el peso muerto resultante cubriría la carga útil pero no el peso muerto estimado restante aproximado en el cuaderno 1. No obstante esto afectaría a la estabilidad del buque. En el cuaderno 5 se verifica el cumplimiento de pesos para cada condición de carga.

## 5. Bibliografía

- Alvariño, R., Azpiroz, J., & Meizoso, M. (2007). *El proyecto básico del buque mercante*. (2ª ed.). Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- Ocampo, F. J. (2003). *Proyecto de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento*. Universidade da Coruña, Escola Politécnica Superior.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

**Ro-ro 2800 ml Proyecto Nº17-26**

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº3:  
DISEÑO DE FORMAS**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018





## Cdno.3 Diseño de formas

---

### RESUMEN

Este cuaderno trata de definir las formas del buque proyecto que condicionarán la compartimentación del buque. Los coeficientes finales de las formas se aproximarán a los obtenidos en el diseño preliminar.

Las formas obtenidas garantizarán el espaciado de la carga, resistencia de avance mínima para cumplir con la velocidad requerida, la obtención de la estabilidad estática y dinámica necesaria, caracterizar el flujo de entrada a la hélice para evitar fenómenos de cavitación y fluctuaciones de presión transmitidas al casco.

Este caderno intenta definir as formas do buque do proxecto que condicionarán a compartimentación do buque. Os coeficientes finais das formas aproximaranse aos obtidos no deseño preliminar.

As formas obtidas asegurarán o espazamento entre as cargas, a resistencia mínima á avance para cumprir a velocidade necesaria, obter a estabilidade estática e dinámica necesaria, caracterizar a entrada na hélice para evitar os fenómenos de cavitación e as flutuacións de presión transmitidas ao casco.

This booklet tries to define the shapes of the project vessel that will condition the subdivision of the ship. The final coefficients of the shapes will approximate those obtained in the preliminary design.

The shapes obtained will ensure load spacing, minimum resistance to drag to comply the required speed, obtain the static and dynamic stability required, characterize the inflow to the propeller to avoid cavitation phenomena and pressure fluctuations transmitted to the hull.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Generalidades</b>	<b>1</b>
<b>2. Características principales</b>	<b>2</b>
2.1 Relación eslora-manga (L/B)	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Relación manga-calado (B/T)	4
2.3 Coeficiente de bloque	4
2.4 Coeficiente de la maestra	¡Error! Marcador no definido.
2.5 Coeficiente prismático	6
2.6 Coeficiente de flotación	6
<b>3. Proceso de diseño de formas</b>	<b>6</b>
<b>4. Contornos de proa y popa</b>	<b>21</b>
4.1 Contornos de proa	21
4.1.1 Justificación del bulbo de proa	21
4.1.2 Parámetros del bulbo de proa	22
4.2 Contornos de popa	25
<b>5. Curva de áreas seccionales</b>	<b>26</b>
<b>6. Plano de formas</b>	<b>27</b>
<b>7. Comprobación de resultados</b>	<b>39</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>40</b>

Anexo I : Planos



## 1. Generalidades

El buque de proyecto se trata de un ROLL-ON/ ROLL-OFF (RO-RO), diseñado para el transporte de cargas rodadas, tripulantes y conductores con capacidad de 2800 ml.

Este tipo de buque es utilizado para el transporte de corta distancia de mercancías entre puertos de la Unión Europea o entre éstos y puertos no europeos en países ribereños del Mar mediterráneo, Negro y Báltico y de Noruega e Islandia. Concretamente el buque de proyecto se destinará a la ruta de interlineales de 928 millas n. entre Amsterdam, Esbjerg, Tananger y Trondheim operando en zona SECAs (Sulphur Emission Control Areas) y no SECA.

En este tipo de buques, la carga y descarga de mercancía la realizan mediante rampas del buque o vehículos tractores (cabezas tractoras o carretillas elevadoras) en varias cubiertas comunicados mediante rampas. Suelen tener gran porta abatible en proa o popa y una superestructura alta y larga.

En estos buques se definen la altura de entrepuentes que nos permita la estiba y circulación de carga sin dificultad. En relación a la propulsión se utilizan propulsores laterales para facilitar su maniobra debido a la gran superficie de obra muerta.

Los ro-ro's se clasifican como buques de superficie de baja densidad de carga, alto coeficiente de estiba y cargas en que la altura y/o anchura son prácticamente constantes.



## 2. Características principales

El buque proyecto se dimensiona en base a unas relaciones adimensionales. Partiendo de la base de buques referentes se establecieron unas dimensiones preliminares y posteriormente con la cifra de mérito se obtuvo las dimensiones seleccionadas de la tabla.

**Tabla 1: Dimensiones finales**

Dimensión	
<b>Eslora entre perpendiculares (Lpp)</b>	<b>179,7 m</b>
<b>Manga (B)</b>	<b>25,2 m</b>
<b>Puntal a la cubierta superior (Du)</b>	<b>18,5 m</b>
<b>Calado (T)</b>	<b>6,2 m</b>
<b>CB</b>	<b>0,666</b>
<b>CM</b>	<b>0,976</b>
<b>CP</b>	<b>0,59</b>
<b>Velocidad</b>	<b>25 nudos</b>

De los buques referentes se obtuvieron los rangos indicados en la tabla:

**Tabla 2: Relaciones adimensionales de buques referentes**

Nombre Buque	Lpp/B	T/Dcs	Lpp/Dcs	B/Dcs	B/T	Lpp x B
<b>Bore Sea</b>	7,11	0,41	10,26	1,44	3,54	4878,96
<b>Wedellsborg</b>	6,48	0,35	9,65	1,49	4,30	4451,77
<b>Williamsborg</b>	7,05					4765,28
<b>Seatruck FSG 746</b>	5,32	0,24	6,23	1,17	4,81	3323,25
<b>Clipper P</b>	5,78	0,35	8,16	1,41	4,04	3059,00
<b>Tasmanian Achiever</b>	7,30				3,72	4067,93
<b>Fiona Seaways</b>	6,41				3,84	4499,70
<b>Jose María Entrecanales</b>	7,17	0,30	8,07	1,13	3,79	5035,00
<b>Ulusoy-14</b>	7,59	0,29	8,93	1,18	4,03	5132,14
<b>Severine</b>	6,45				4,07	3124,00

*Fuente:* Elaboración propia.

En la siguiente tabla muestra los valores máximos y mínimos y los valores normales de las relaciones bidimensionales para este tipo de buques en función del peso muerto/1000. En mayoría corresponde con los valores entre  $10 < \text{TPM}/1000 < 20$  salvo los buques Clipper P, Severine y Seatruck FSG 746 (este último corresponde con valores muy bajos fuera de rango).

**Tabla 3: Extremos de buques referentes**

	<b>Lpp/B</b>	<b>T/D</b>	<b>Lpp/D</b>	<b>B/D</b>	<b>B/T</b>	<b>Lpp x B</b>
Máximos	7,59	0,41	10,26	1,49	4,81	5132,14
Mínimos	5,32	0,24	6,23	1,13	3,54	3059,00
Rango Habitual						
TPM/1000 < 10	5,1 - 6,5	0,35 - 0,47	8 - 11	1,2 - 1,7	2,8 - 4	
<b>10 &lt; TPM/1000 &lt; 20</b>	<b>5,6 - 7</b>	<b>0,37 - 0,5</b>	<b>8,5 - 11,5</b>	<b>1,3 - 1,7</b>	<b>3 - 3,8</b>	

*Fuente:* Elaboración propia

A continuación se justifican las relaciones adimensionales obtenidas.

## 2.1 Relación eslora-manga (L/B)

La eslora define la capacidad de carga, en resistencia influye de manera que al aumentar la eslora y la manga obtendremos más superficie mojada y mayor resistencia de fricción. En cambio disminuye la Resistencia por formación de olas ( $R_w$ ) al aumentar la eslora.

Esto implica que al aumentar la relación eslora-manga, se incrementa la resistencia de fricción y baje la  $R_w$  y  $R_{pov}$ . En nuestro caso, el número de Froude ( $Fn$ ) es alto, por lo que interesa obtener relación alta para reducir  $R_w$ .

En los Ro-ro's el Número de  $Fn$  oscila entre 0,25 y 0,35. Aplicando la fórmula obtenemos que:

$$Fn = \frac{V \text{ (m/s)}}{\sqrt{g \cdot \left(\frac{m}{s^2}\right) \cdot Lpp(m)}} \quad Fn = \frac{25 \text{ nudos} \cdot 0,5144 \text{ m/s}}{\sqrt{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 179,7 \text{ m}}} = \mathbf{0,306}$$

El número  $FN$  elevado implica formas finas para reducir potencia propulsora. A partir de  $Fn > 0,3$  se considera buque rápido como es el caso del buque proyecto.

La relación eslora-manga obtenida es resultante de:

$$\frac{Lpp \text{ (m)}}{B \text{ (m)}} = \frac{179,7(m)}{25,2 \text{ (m)}} = \mathbf{7,13}$$

## 2.2 Relación manga-calado (B/T)

La relación B/T depende del coeficiente de bloque (Cb) para saber si incrementa la superficie mojada y la resistencia de fricción. El Coeficiente de bloque obtenido mediante la fórmula Luna, ésta es la que menos variación tiene para nuestra base de datos, resulta de lo siguiente:

$$CB = 0,88 - 0,7 \cdot Fn + 0,01 \cdot \left( \frac{Lpp - 100}{Lpp} \right)^3$$
$$CB = 0,88 - 0,7 \cdot Fn + 0,01 \cdot \left( \frac{179,7 \text{ m} - 100}{179,7 \text{ m}} \right)^3 = 0,666$$

La relación manga-calado obtenida es resultante de:

$$\frac{B \text{ (m)}}{T \text{ (m)}} = \frac{25,2 \text{ (m)}}{6,2 \text{ (m)}} = 4,06$$

## 2.3 Coeficiente de bloque

El coeficiente de bloque da la relación entre el volumen de carena del buque y el paralelepípedo que contiene al casco. Asimismo, se relaciona en mayor parte con el cálculo de desplazamiento, potencia propulsiva requerida y capacidad de carga.

$$CB = \frac{\Delta}{Lpp \cdot B \cdot T \cdot \gamma_{AS}}$$

El valor del coeficiente de bloque ha de adecuarse a la relación empírica con el número de Froude correspondiente. Los ro-ros presenta un bajo coeficiente de bloque que oscila entre 0,55 y 0,7.

El coeficiente de bloque utilizado para selección de las dimensiones se obtiene de la aplicación de la fórmula de Luna porque presenta menor desviación respecto al coeficiente del buque JM Entrecanales conocido. No obstante se analiza el coeficiente de bloque para distintos autores. En el valor medio obtenido se excluye valores atípicos como el coeficiente de Towsin y Alexander.

**Tabla 4: Coeficientes de bloque**

Autor	Expresión	Valor
Alexander	$CB = K - \frac{0,5 \cdot V}{\sqrt{Lpp}}$	- 0,855
Towsin	$CB = 0,7 + \frac{1}{8} \tan \frac{(23 - 100 \cdot Fn)}{4}$	0,888
Katsoulis	$CB = 0,8217 \cdot f \cdot Lpp^{0,42} \cdot B^{-0,3072} \cdot T^{0,1721} \cdot V^{-0,6135}$	0,497
Munro-Smith	$CB = 1 - 0,23 \cdot \frac{V}{\sqrt{L}}$	0,571
Luna	$CB = 0,88 - 0,7 \cdot Fn + 0,01 \cdot \left(\frac{Lpp - 100}{Lpp}\right)^3$	0,666
Schneekluth (1)	$CB = \frac{0,14}{Fn} \cdot \frac{\left(\frac{Lpp}{B} + 20\right)}{26}$	0,477
Schneekluth (2)	$CB = \frac{0,23}{Fn^{2/3}} \cdot \frac{\left(\frac{Lpp}{B} + 20\right)}{26}$	0,528
Van Lammerer	$CB = 1,137 - 0,6 \cdot \frac{V}{\sqrt{Lpp}}$	0,561

El valor medio obtenido es para  $\rightarrow CB = 0,55$

El coeficiente de bloque de diseño no será inferior a 0,55. El coeficiente de bloque será próximo a 0,666 para aumentar el desplazamiento como se indicó en el cuaderno 1.

## 2.4 Coeficiente de la maestra

Este coeficiente influye en la resistencia a la marcha de la carena. El coeficiente de la sección relaciona el área de la sección maestra y el rectángulo que la circunscribe.

$$Cm = \text{Área de sección maestra} / \text{Área rectángulo} = Am / (B \times T)$$

Utilizando la fórmula de M. Meizoso para Ro-Ros, obtenemos el coeficiente CM en función del número de Froude:

$$CM = 1 - 0,062 \cdot Fn^{0,792}$$

$$CM = 0,976$$

## 2.5 Coeficiente prismático

Relación entre el desplazamiento de un buque y el producto de su eslora en la línea de flotación y el área de su sección transversal media por debajo de la superficie del agua.

$$CP = CB / CM$$

En este tipo de buques tiende a aumentar para conseguir mayor cuerpo cilíndrico. Sin embargo, se aplica la fórmula de L.Troost que relaciona con el número de Froude para dos líneas de ejes.

$$CB = 1,23 - 2,12 \cdot Fn$$

Este coeficiente es utilizado para calcular la resistencia a la marcha especialmente en buques rápidos. Como resultado de la fórmula se obtiene:

$$CP = 0,590$$

## 2.6 Coeficiente de flotación

Este coeficiente está influenciado por las formas de las secciones transversales de carena U o V. influye en la resistencia hidrodinámica y en la estabilidad inicial. En el buque proyecto predominan las formas en V para las que se aplica la siguiente fórmula:

$$CF = 0,297 + 0,743 \cdot Cb = 0,297 + 0,743 \cdot 0,666 = 0,792$$

Otros autores relacionan el coeficiente prismático (CP) y de la maestra (CM).

$$CF = 1 - 0,3 (1 - CP) = 1 - 0,3 (1 - 0,59) = 0,877$$

$$CF = CM \cdot CP + 0,1 = 0,976 \cdot 0,59 + 0,1 = 0,676$$

$$CF = 0,33 + 0,66 \cdot CM \cdot CP = 0,33 + 0,66 \cdot 0,976 \cdot 0,59 = 0,71$$

El valor medio obtenido resulta en:

$$CF = 0,763$$

## 3. Proceso de diseño de formas

Las formas serán obtenidas partiendo de un buque base del mismo tipo, un ro-ro con características hidrostáticas lo más similares a las calculadas. Con los planos de formas en AutoCad, se obtiene una cartilla de trazado a la que se realiza una transformación afín para obtener las dimensiones principales. Se modela el buque en "Rhinceros" y se realiza el alisado de formas, se exporta a Maxsurf donde se realizan transformaciones hidrostáticas además de algunas modificaciones en el diseño para adaptar a nuestras dimensiones.

Se muestran las cartillas de trazado del buque base y la cartilla derivado del buque afín se muestra a continuación.

**Tabla 5: Cartilla buque base**

	CARTILLA BUQUE BASE			
	SECCIONES	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
DESCRIPCIÓN	<b>Estampa</b>	-7625	0	6349,69
	<b>Estampa</b>	-7625	9947,43	7000
	<b>Estampa</b>	-7625	11787,41	8000
	<b>Estampa</b>	-7625	12111,86	9000
	<b>Estampa</b>	-7625	12197,02	10000
	<b>Estampa</b>	-7625	12200	11000
	<b>Estampa</b>	-7625	12200	23400
	<b>-1</b>	-7250	0	6341,58
	<b>-1</b>	-7250	10115,2	7000
	<b>-1</b>	-7250	11814,19	8000
	<b>-1</b>	-7250	12119,47	9000
	<b>-1</b>	-7250	12122,22	10000
	<b>-0,75</b>	-5437,5	0	6276,77
	<b>-0,75</b>	-5437,5	10800,29	7000
	<b>-0,75</b>	-5437,5	11927,77	8000
	<b>-0,75</b>	-5437,5	12151,27	9000
	<b>-0,5</b>	-3625	0	6141,66
	<b>-0,5</b>	-3625	11266,5	7000
	<b>-0,5</b>	-3625	12015,2	8000
	<b>-0,5</b>	-3625	12174,6	9000
	<b>-0,25</b>	-1812,5	0	5925,12
	<b>-0,25</b>	-1812,5	490,97	6000
	<b>-0,25</b>	-1812,5	11557,59	7000
	<b>-0,25</b>	-1812,5	12077,7	8000
	<b>-0,25</b>	-1812,5	12189,3	9000
	<b>0</b>	0	0	5656,28
	<b>0</b>	0	2383,29	6000
	<b>0</b>	0	11751,97	7000
	<b>0</b>	0	12121,88	8000
	<b>0</b>	0	12197,1	9000
Internal keel	<b>0,5</b>	3625	0	2841,27
Internal keel	<b>0,5</b>	3625	50	2841,27
Internal keel	<b>0,5</b>	3625	94,9	3000
Internal keel	<b>0,5</b>	3625	343,6	4000
Internal keel	<b>0,5</b>	3625	497,3	5000
Quillote edge	<b>0,5</b>	3625	516,09	5133,79
	<b>0,5</b>	3625	11087,4	6000
	<b>0,5</b>	3625	11993,6	7000

	<b>0,5</b>	3625	12174,8	8000
	<b>0,5</b>	3625	12200	9000
Internal keel	<b>1</b>	7250	579	0
Internal keel	<b>1</b>	7250	624,66	1000
Internal keel	<b>1</b>	7250	656,6	2000
Internal keel	<b>1</b>	7250	673,4	3000
Internal keel	<b>1</b>	7250	674,97	4000
Quillote edge	<b>1</b>	7250	674,96	4470,9
	<b>1</b>	7250	3460,7	5000
	<b>1</b>	7250	11679,5	6000
	<b>1</b>	7250	12166,6	7000
	<b>1</b>	7250	12197,3	8000
	<b>1</b>	7250	12200	9000
Quillote edge	<b>1,5</b>	10875	675	3783,2
	<b>1,5</b>	10875	1586,1	4000
	<b>1,5</b>	10875	10977,09	5000
	<b>1,5</b>	10875	11957,6	6000
	<b>1,5</b>	10875	12175,2	7000
	<b>1,5</b>	10875	12200	8000
Quillote edge	<b>2</b>	14500	674,96	3098,31
	<b>2</b>	14500	6715,3	4000
	<b>2</b>	14500	11601,77	5000
	<b>2</b>	14500	12101,87	6000
	<b>2</b>	14500	12197,36	7000
	<b>2</b>	14500	12200	8000
Quillote edge	<b>2,5</b>	18125	674,99	2420,3
	<b>2,5</b>	18125	3781,2	3000
	<b>2,5</b>	18125	10902,5	4000
	<b>2,5</b>	18125	11900,9	5000
	<b>2,5</b>	18125	12170,3	6000
	<b>2,5</b>	18125	12200	7000
Quillote edge	<b>3</b>	21750	674,99	1760,9
	<b>3</b>	21750	2057,7	2000
	<b>3</b>	21750	9071,3	3000
	<b>3</b>	21750	11514,69	4000
	<b>3</b>	21750	12069,98	5000
	<b>3</b>	21750	12196,5	6000
	<b>3</b>	21750	12200	7000
Quillote edge	<b>4</b>	29000	675	603
	<b>4</b>	29000	4395,17	1000
	<b>4</b>	29000	9609,57	2000
	<b>4</b>	29000	11422,96	3000
	<b>4</b>	29000	12023,9	4000
	<b>4</b>	29000	12194,2	5000
	<b>4</b>	29000	12200	6000

Quillote edge	5	36250	675	30
	5	36250	9670,59	1000
	5	36250	11324,6	2000
	5	36250	11969,46	3000
	5	36250	12187,38	4000
	5	36250	12200	5000
L.base codillo	6	43500	5179,18	0
	6	43500	5179,17	3465,42
	6	43500	11141,9	1000
	6	43500	11898,8	2000
	6	43500	12175,27	3000
	6	43500	12200	4000
L.base codillo	7	50750	8509,92	0
	7	50750	8779,9	2673,62
	7	50750	11241,16	1000
	7	50750	11904,59	2000
	7	50750	12168,5	3000
	7	50750	12200	4000
L.base codillo	8	58000	9000	0
	8	58000	10021,64	2157,4
	8	58000	11724,2	1000
	8	58000	12145,7	2000
	8	58000	12200	3000
L.base codillo	9	65250	9758,18	0
	9	65250	9758,16	2340,77
	9	65250	11779,88	1000
	9	65250	12173,26	2000
	9	65250	12200	3000
L.base codillo	10	72500	8510	0
	10	72500	8509,74	3482,48
	10	72500	11880,8	1000
	10	72500	12191,16	2000
	10	72500	12200	3000
L.base codillo	11	79750	6631,91	0
	11	79750	6631,77	3482,48
	11	79750	10297,9	1000
	11	79750	11245,3	2000
	11	79750	11775	3000
	11	79750	12060,51	4000
	11	79750	12192,24	5000
L.base Codillo	12	87000	4602,59	0
	12	87000	4602,43	7150,92
	12	87000	8945,5	1000
	12	87000	10240,9	2000
	12	87000	11040,8	3000



L.base Codillo	12	87000	11560,49	4000
	12	87000	11898,6	5000
	12	87000	12100,06	6000
	12	87000	12198,2	7000
	12	87000	12200	8000
	13	94250	2950,01	0
	13	94250	2949,9	8719,21
	13	94250	7265,9	1000
	13	94250	8892,52	2000
	13	94250	9945,2	3000
	13	94250	10726,67	4000
	13	94250	11303,3	5000
	13	94250	11717,64	6000
	13	94250	12004,32	7000
	13	94250	12166,9	8000
L.base Codillo	13	94250	12200	9000
	14	101500	1900	0
	14	101500	1818,8	9999,25
	14	101500	5474,1	1000
	14	101500	7264	2000
	14	101500	8496,34	3000
	14	101500	9489,44	4000
	14	101500	10314,4	5000
	14	101500	10984,33	6000
	14	101500	11501,4	7000
	14	101500	11878,94	8000
	14	101500	12116,11	9000
	15	108750	1000,01	0
	15	108750	993	11197,73
	15	108750	3869,6	1000
L.base Codillo	15	108750	5513,4	2000
	15	108750	6814,33	3000
	15	108750	8905,72	4000
	15	108750	9795,48	5000
	15	108750	10565,61	6000
	15	108750	11210,22	7000
	15	108750	11707,7	8000
	15	108750	12046	9000
	15	108750	12194,8	10000
	15	108750	12200	11000
	16	116000	506,8	0
	16	116000	506,78	12379,23
	16	116000	2648,52	1000
	16	116000	3924,1	2000
	16	116000	5062,5	3000

L.base Codillo	16	116000	6147,93	4000
	16	116000	7193	5000
	16	116000	8202,41	6000
	16	116000	9162	7000
	16	116000	10047,34	8000
	16	116000	10839,53	9000
	16	116000	11487,54	10000
	16	116000	11946,74	11000
	16	116000	12179,6	12000
	16	116000	12200	13000
	17	123250	326,06	0
	17	123250	326	13645
	17	123250	1757,93	1000
	17	123250	2650,44	2000
	17	123250	3506,6	3000
	17	123250	4367,22	4000
	17	123250	5269,5	5000
	17	123250	6257,78	6000
	17	123250	7306,1	7000
	17	123250	8371,5	8000
Top L.base Codillo	17	123250	9414,01	9000
	17	123250	10380,32	10000
	17	123250	11207	11000
	17	123250	11835,94	12000
	17	123250	12200	13644,06
	17,5	126875	275,2	0
	17,5	126875	275,15	14480
	17,5	126875	1427,94	1000
	17,5	126875	2141,1	2000
	17,5	126875	2834,03	3000
	17,5	126875	3542,82	4000
	17,5	126875	4302,72	5000
	17,5	126875	5193,72	6000
	17,5	126875	6224,21	7000
	17,5	126875	7329,8	8000
	17,5	126875	8466,14	9000
	17,5	126875	9565,4	10000
	17,5	126875	10568,1	11000
	17,5	126875	11420,6	12000
	17,5	126875	12200	14480
top L.base Codillo	18	130500	223,6	0
	18	130500	223,56	15500
	18	130500	1166,83	1000
	18	130500	1732,04	2000
	18	130500	2265,64	3000

top	L.base	18	130500	2796,53	4000
		18	130500	3370	5000
		18	130500	4107,78	6000
		18	130500	5070,7	7000
		18	130500	6162,9	8000
		18	130500	7343,74	9000
		18	130500	8535,9	10000
		18	130500	9679,3	11000
		18	130500	10724,8	12000
		18	130500	12200	15272,57
		18,5	134125	162,82	0
		18,5	134125	162,81	16175
		18,5	134125	964,21	1000
		18,5	134125	1437,5	2000
		18,5	134125	1842,8	3000
		18,5	134125	2182,41	4000
		18,5	134125	2505,21	5000
		18,5	134125	3017,12	6000
		18,5	134125	3864,1	7000
		18,5	134125	4884,1	8000
top	L.base	18,5	134125	6042	9000
		18,5	134125	7262,62	10000
		18,5	134125	8485,2	11000
		18,5	134125	9664,5	12000
		18,5	134125	12141	16175
		18,5	134125	12141,32	23400
		19	137750	91,23	0
		19	137750	91,25	16175
		19	137750	815,43	1000
		19	137750	1256,2	2000
		19	137750	1597,14	3000
		19	137750	1786,11	4000
		19	137750	1811,41	5000
		19	137750	1935,22	6000
		19	137750	2614,43	7000
		19	137750	3521,43	8000
		19	137750	4597,5	9000
		19	137750	5774,84	10000
		19	137750	6994,91	11000
		19	137750	8215,14	12000
top	Bottom	19	137750	11637,32	16175
		19	137750	11637,32	23400
		19,5	141375	0	24,26
		19,5	141375	686,3	1000
		19,5	141375	1174,9	2000

top	Bottom	19,5	141375	1537,9	3000
		19,5	141375	1692,15	4000
		19,5	141375	1418,8	5000
		19,5	141375	913,8	6000
		19,5	141375	1347,63	7000
		19,5	141375	2101,8	8000
		19,5	141375	3039,6	9000
		19,5	141375	4101,92	10000
		19,5	141375	5233,1	11000
		19,5	141375	6399,22	12000
		19,5	141375	10267,3	16175
		19,5	141375	10267,3	23400
top	Bottom	20	145000	0	558,8
		20	145000	382,32	1000
		20	145000	1078,11	2000
		20	145000	1580,9	3000
		20	145000	1826,78	4000
		20	145000	1575	5000
		20	145000	0	6000
		20	145000	164,6	7000
		20	145000	621,12	8000
		20	145000	1358,84	9000
		20	145000	2260,6	10000
		20	145000	3261,44	11000
top	Bottom	20	145000	4316,9	12000
		20	145000	8223,24	16175
		20	145000	8223,24	23400
		20,33	146812,5	0	9062,27
		20,33	146812,5	954,5	10000
		20,33	146812,5	1968,9	11000
		20,33	146812,5	3037,1	12000
		20,33	146812,5	6207,43	16175
		20,33	146812,5	6207,43	23400
		20,66	148625	0	11873,85
		20,66	148625	498,8	12000
		20,66	148625	5445,4	16175
top	Bottom	20,66	148625	5445,4	23400
		21	150437,5	0	14625,86
		21	150437,5	3324	14625,86
		21	150437,5	3324	23400

**Tabla 6: Cartilla buque proyecto**

	CARTILLA BUQUE PROYECTO			
	SECCIONES	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
DESCRIPCIÓN	<b>Estampa</b>	-9449,74138	0	6561,34633
	<b>Estampa</b>	-9449,74138	10273,5752	7233,33333
	<b>Estampa</b>	-9449,74138	12173,8825	8266,66667
	<b>Estampa</b>	-9449,74138	12508,9702	9300
	<b>Estampa</b>	-9449,74138	12596,9223	10333,3333
	<b>Estampa</b>	-9449,74138	12600	11366,6667
	<b>Estampa</b>	-9449,74138	12600	24180
	<b>-1</b>	-8985	0	6552,966
	<b>-1</b>	-8985	10446,8459	7233,33333
	<b>-1</b>	-8985	12201,5405	8266,66667
	<b>-1</b>	-8985	12516,8297	9300
	<b>-1</b>	-8985	12519,6698	10333,3333
	<b>-0,75</b>	-6738,75	0	6485,99567
	<b>-0,75</b>	-6738,75	11154,3979	7233,33333
	<b>-0,75</b>	-6738,75	12318,8444	8266,66667
	<b>-0,75</b>	-6738,75	12549,6723	9300
	<b>-0,5</b>	-4492,5	0	6346,382
	<b>-0,5</b>	-4492,5	11635,8934	7233,33333
	<b>-0,5</b>	-4492,5	12409,141	8266,66667
	<b>-0,5</b>	-4492,5	12573,7672	9300
	<b>-0,25</b>	-2246,25	0	6122,624
	<b>-0,25</b>	-2246,25	507,067377	6200
	<b>-0,25</b>	-2246,25	11936,5274	7233,33333
	<b>-0,25</b>	-2246,25	12473,6902	8266,66667
	<b>-0,25</b>	-2246,25	12588,9492	9300
	<b>0</b>	0	0	5844,82267
	<b>0</b>	0	2461,43066	6200
	<b>0</b>	0	12137,2805	7233,33333
	<b>0</b>	0	12519,3187	8266,66667
	<b>0</b>	0	12597,0049	9300
Internal keel	<b>0,5</b>	4492,5	0	2935,979
Internal keel	<b>0,5</b>	4492,5	51,6393443	2935,979
Internal keel	<b>0,5</b>	4492,5	98,0114754	3100
Internal keel	<b>0,5</b>	4492,5	354,865574	4133,33333
Internal keel	<b>0,5</b>	4492,5	513,604918	5166,66667
Quillote edge	<b>0,5</b>	4492,5	533,010984	5304,91633
	<b>0,5</b>	4492,5	11450,9213	6200
	<b>0,5</b>	4492,5	12386,8328	7233,33333
	<b>0,5</b>	4492,5	12573,9738	8266,66667
	<b>0,5</b>	4492,5	12600	9300
Internal keel	<b>1</b>	8985	597,983607	0

Internal keel	1	8985	645,140656	1033,33333
Internal keel	1	8985	678,127869	2066,66667
Internal keel	1	8985	695,478689	3100
Internal keel	1	8985	697,100164	4133,33333
Quillote edge	1	8985	697,089836	4619,93
	1	8985	3574,16557	5166,66667
	1	8985	12062,4344	6200
	1	8985	12565,5049	7233,33333
	1	8985	12597,2115	8266,66667
	1	8985	12600	9300
Quillote edge	1,5	13477,5	697,131148	3909,30667
	1,5	13477,5	1638,10328	4133,33333
	1,5	13477,5	11336,9946	5166,66667
	1,5	13477,5	12349,6525	6200
	1,5	13477,5	12574,3869	7233,33333
	1,5	13477,5	12600	8266,66667
Quillote edge	2	17970	697,089836	3201,587
	2	17970	6935,47377	4133,33333
	2	17970	11982,1559	5166,66667
	2	17970	12498,6526	6200
	2	17970	12597,2734	7233,33333
	2	17970	12600	8266,66667
Quillote edge	2,5	22462,5	697,12082	2500,97667
	2,5	22462,5	3905,17377	3100
	2,5	22462,5	11259,959	4133,33333
	2,5	22462,5	12291,0934	5166,66667
	2,5	22462,5	12569,3262	6200
	2,5	22462,5	12600	7233,33333
Quillote edge	3	26955	697,12082	1819,59667
	3	26955	2125,16557	2066,66667
	3	26955	9368,71967	3100
	3	26955	11892,2208	4133,33333
	3	26955	12465,717	5166,66667
	3	26955	12596,3852	6200
	3	26955	12600	7233,33333
Quillote edge	4	35940	697,131148	623,1
	4	35940	4539,27393	1033,33333
	4	35940	9924,63787	2066,66667
	4	35940	11797,4833	3100
	4	35940	12418,1262	4133,33333
	4	35940	12594,0098	5166,66667
	4	35940	12600	6200
Quillote edge	5	44925	697,131148	31
	5	44925	9987,65852	1033,33333
	5	44925	11695,8984	2066,66667

		5	44925	12361,9013	3100
		5	44925	12586,9662	4133,33333
		5	44925	12600	5166,66667
	L.base	6	53910	5348,98918	0
	codillo	6	53910	5348,97885	3580,934
		6	53910	11507,2082	1033,33333
		6	53910	12288,9246	2066,66667
		6	53910	12574,4592	3100
		6	53910	12600	4133,33333
	L.base	7	62895	8788,93377	0
	codillo	7	62895	9067,76557	2762,74067
		7	62895	11609,7226	1033,33333
		7	62895	12294,9044	2066,66667
		7	62895	12567,4672	3100
		7	62895	12600	4133,33333
	L.base	8	71880	9295,08197	0
	codillo	8	71880	10350,2184	2229,31333
		8	71880	12108,6	1033,33333
		8	71880	12543,9197	2066,66667
		8	71880	12600	3100
	L.base	9	80865	10078,1203	0
	codillo	9	80865	10078,0997	2418,79567
		9	80865	12166,1056	1033,33333
		9	80865	12572,3833	2066,66667
		9	80865	12600	3100
	L.base	10	89850	8789,01639	0
	codillo	10	89850	8788,74787	3598,56267
		10	89850	12270,3344	1033,33333
		10	89850	12590,8702	2066,66667
		10	89850	12600	3100
	L.base	11	98835	6849,34967	0
	codillo	11	98835	6849,20508	3598,56267
		11	98835	10635,5361	1033,33333
		11	98835	11613,9984	2066,66667
		11	98835	12161,0656	3100
		11	98835	12455,9366	4133,33333
		11	98835	12591,9856	5166,66667
	L.base	12	107820	4753,49459	0
	Codillo	12	107820	4753,32934	7389,284
		12	107820	9238,79508	1033,33333
		12	107820	10576,6672	2066,66667
		12	107820	11402,7934	3100
		12	107820	11939,5225	4133,33333
		12	107820	12288,718	5166,66667
		12	107820	12496,7833	6200

L.base Codillo	12	107820	12598,141	7233,33333
	12	107820	12600	8266,66667
	13	116805	3046,73164	0
	13	116805	3046,61803	9009,85033
	13	116805	7504,12623	1033,33333
	13	116805	9184,07803	2066,66667
	13	116805	10271,2721	3100
	13	116805	11078,3641	4133,33333
	13	116805	11673,9	5166,66667
	13	116805	12101,8249	6200
	13	116805	12397,9043	7233,33333
	13	116805	12565,8148	8266,66667
	13	116805	12600	9300
L.base Codillo	14	125790	1962,29508	0
	14	125790	1878,43279	10332,5583
	14	125790	5653,57869	1033,33333
	14	125790	7502,16393	2066,66667
	14	125790	8774,90852	3100
	14	125790	9800,56918	4133,33333
	14	125790	10652,577	5166,66667
	14	125790	11344,472	6200
	14	125790	11878,4951	7233,33333
	14	125790	12268,4134	8266,66667
	14	125790	12513,3595	9300
L.base Codillo	15	134775	1032,79721	0
	15	134775	1025,55738	11570,9877
	15	134775	3996,47213	1033,33333
	15	134775	5694,16721	2066,66667
	15	134775	7037,75066	3100
	15	134775	9197,71082	4133,33333
	15	134775	10116,6433	5166,66667
	15	134775	10912,0234	6200
	15	134775	11577,7682	7233,33333
	15	134775	12091,559	8266,66667
	15	134775	12440,9508	9300
	15	134775	12594,6295	10333,3333
	15	134775	12600	11366,6667
L.base Codillo	16	143760	523,416393	0
	16	143760	523,395738	12791,871
	16	143760	2735,35672	1033,33333
	16	143760	4052,75902	2066,66667
	16	143760	5228,48361	3100
	16	143760	6349,50148	4133,33333
	16	143760	7428,83607	5166,66667
	16	143760	8471,34148	6200



L.base Codillo	16	143760	9462,39344	7233,33333
	16	143760	10376,761	8266,66667
	16	143760	11194,9244	9300
	16	143760	11864,1807	10333,3333
	16	143760	12338,4364	11366,6667
	16	143760	12578,9311	12400
	16	143760	12600	13433,3333
	17	152745	336,750492	0
	17	152745	336,688525	14099,8333
	17	152745	1815,56705	1033,33333
	17	152745	2737,33967	2066,66667
	17	152745	3621,57049	3100
	17	152745	4510,40754	4133,33333
	17	152745	5442,27049	5166,66667
	17	152745	6462,95311	6200
	17	152745	7545,64426	7233,33333
	17	152745	8645,97541	8266,66667
	17	152745	9722,66607	9300
	17	152745	10720,6584	10333,3333
	17	152745	11574,4426	11366,6667
Top L.base Codillo	17	152745	12224,0036	12400
	17	152745	12600	14098,862
	17,5	157237,5	284,222951	0
	17,5	157237,5	284,171311	14962,6667
	17,5	157237,5	1474,7577	1033,33333
	17,5	157237,5	2211,3	2066,66667
	17,5	157237,5	2926,94902	3100
	17,5	157237,5	3658,97803	4133,33333
	17,5	157237,5	4443,79279	5166,66667
	17,5	157237,5	5364,0059	6200
	17,5	157237,5	6428,28246	7233,33333
	17,5	157237,5	7570,12131	8266,66667
	17,5	157237,5	8743,71836	9300
	17,5	157237,5	9879,01967	10333,3333
	17,5	157237,5	10914,5951	11366,6667
	17,5	157237,5	11795,0459	12400
	17,5	157237,5	12600	14962,6667
top L.base Codillo	18	161730	230,931148	0
	18	161730	230,889836	16016,6667
	18	161730	1205,08672	1033,33333
	18	161730	1788,8282	2066,66667
	18	161730	2339,92328	3100
	18	161730	2888,21951	4133,33333
	18	161730	3480,4918	5166,66667
	18	161730	4242,46131	6200

top	L.base	18	161730	5236,95246	7233,33333
		18	161730	6364,9623	8266,66667
		18	161730	7584,51836	9300
		18	161730	8815,76557	10333,3333
		18	161730	9996,6541	11366,6667
		18	161730	11076,4328	12400
		18	161730	12600	15781,6557
		18,5	166222,5	168,158361	0
		18,5	166222,5	168,148033	16714,1667
		18,5	166222,5	995,823443	1033,33333
		18,5	166222,5	1484,63115	2066,66667
		18,5	166222,5	1903,21967	3100
		18,5	166222,5	2253,96443	4133,33333
		18,5	166222,5	2587,34803	5166,66667
		18,5	166222,5	3116,04197	6200
		18,5	166222,5	3990,7918	7233,33333
		18,5	166222,5	5044,23443	8266,66667
		18,5	166222,5	6240,09836	9300
		18,5	166222,5	7500,73869	10333,3333
		18,5	166222,5	8763,40328	11366,6667
top	L.base	18,5	166222,5	9981,36885	12400
		18,5	166222,5	12539,0656	16714,1667
		18,5	166222,5	12539,3961	24180
		19	170715	94,2211475	0
		19	170715	94,2418033	16714,1667
		19	170715	842,16541	1033,33333
		19	170715	1297,38689	2066,66667
		19	170715	1649,50525	3100
		19	170715	1844,67098	4133,33333
		19	170715	1870,80049	5166,66667
		19	170715	1998,66984	6200
		19	170715	2700,14902	7233,33333
		19	170715	3636,88672	8266,66667
		19	170715	4748,2377	9300
		19	170715	5964,17902	10333,3333
		19	170715	7224,25131	11366,6667
		19	170715	8484,48885	12400
		19	170715	12018,8715	16714,1667
		19	170715	12018,8715	24180
Bottom		19,5	175207,5	0	25,0686667
		19,5	175207,5	708,801639	1033,33333
		19,5	175207,5	1213,42131	2066,66667
		19,5	175207,5	1588,32295	3100
		19,5	175207,5	1747,63033	4133,33333
		19,5	175207,5	1465,31803	5166,66667

top Bottom	<b>19,5</b>	175207,5	943,760656	6200
	<b>19,5</b>	175207,5	1391,81459	7233,33333
	<b>19,5</b>	175207,5	2170,71148	8266,66667
	<b>19,5</b>	175207,5	3139,25902	9300
	<b>19,5</b>	175207,5	4236,40918	10333,3333
	<b>19,5</b>	175207,5	5404,67705	11366,6667
	<b>19,5</b>	175207,5	6609,03049	12400
	<b>19,5</b>	175207,5	10603,9328	16714,1667
	<b>19,5</b>	175207,5	10603,9328	24180
	<b>20</b>	179700	0	577,426667
	<b>20</b>	179700	394,855082	1033,33333
	<b>20</b>	179700	1113,45787	2066,66667
	<b>20</b>	179700	1632,73279	3100
	<b>20</b>	179700	1886,67443	4133,33333
	<b>20</b>	179700	1626,63934	5166,66667
	<b>20</b>	179700	0	6200
	<b>20</b>	179700	169,996721	7233,33333
	<b>20</b>	179700	641,48459	8266,66667
	<b>20</b>	179700	1403,39213	9300
top Bottom	<b>20</b>	179700	2334,71803	10333,3333
	<b>20</b>	179700	3368,37246	11366,6667
	<b>20</b>	179700	4458,4377	12400
	<b>20</b>	179700	8492,85443	16714,1667
	<b>20</b>	179700	8492,85443	24180
	<b>20,33</b>	181946,25	0	9364,34567
	<b>20,33</b>	181946,25	985,795082	10333,3333
	<b>20,33</b>	181946,25	2033,4541	11366,6667
	<b>20,33</b>	181946,25	3136,67705	12400
	<b>20,33</b>	181946,25	6410,9523	16714,1667
	<b>20,33</b>	181946,25	6410,9523	24180
	<b>20,66</b>	184192,5	0	12269,645
	<b>20,66</b>	184192,5	515,154098	12400
	<b>20,66</b>	184192,5	5623,9377	16714,1667
	<b>20,66</b>	184192,5	5623,9377	24180
	<b>21</b>	186438,75	0	15113,3887
	<b>21</b>	186438,75	3432,98361	15113,3887
	<b>21</b>	186438,75	3432,98361	24180

El plano del buque base se muestra en el Anexo.

## 4. Contornos de proa y popa

Los contornos de proa y popa influyen en la resistencia al avance y el flujo hacia los propulsores. El diseño óptimo mejorará el comportamiento hidrodinámico.

### 4.1 Contornos de proa

En el contorno de proa influye el tipo de roda y el ángulo de entrada a la flotación.

Respecto al lanzamiento, este disminuye el cabaceo e impide la entrada de agua de mar. aunque esto último no afecta tanto debido a la gran obra muerta pero se considera:

- Lanzamiento de roda sobresalga al bulbo para obtener mejores maniobras.
- El ángulo obtenido entre el plano de flotación y la roda oscile entre 45 y 75º consiguiendo entrada constante de agua en zona de mayores calados.

#### 4.1.1 Justificación del bulbo de proa

El bulbo de proa se caracteriza por mejorar la resistencia propulsiva ante distintas condiciones de carga, además de mejorar el comportamiento en la mar (reduciendo pantocazos, potencia requerida por olas, resistencia residual de origen viscoso disminuyendo torbellinos de proa) aunque aumenta la resistencia friccional al aumentar la superficie mojada.

La necesidad o no de bulbo se determina mediante el cumplimiento de los siguientes criterios:

A) Según D.G.M. Watson. "Practical Ship Desing. Volume 1". Elsevier Ocean Eng.Book Series. Oxford 1998 :

- Los buques rápidos con  $CB < 0,626$  y  $Fn > 0,26$  se consigue una reducción apreciable de potencia.
- Favorece la potencia propulsiva a buques con coeficiente  $0,725 < CB < 0,825$ .

Para este criterio se hace recomendable con el primer punto coincidiendo con el criterio/experimento de Havelook.

B) Según el libro del "El proyecto Básico del buque mercante" se aplica si cumple simultáneamente las siguientes condiciones:

$$0,65 < Cb < 0,815$$

$$5,5 < L/B < 7$$

$$0,24 < F_n < 0,57$$

No cumple la relación adimensional pero sí está muy próximo, por lo que como no es un criterio restrictivo se hará otra comprobación, esta vez aplicando la fórmula de Wiggley para el mismo rango de  $F_n$ , no se aprueban bulbos que verifiquen la siguiente expresión:

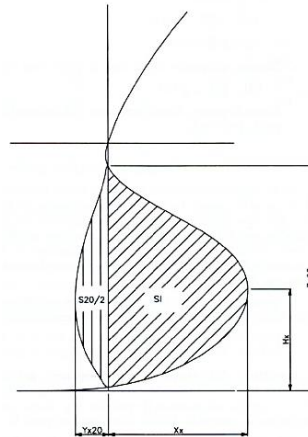
$$\frac{C_B \cdot B}{L_{pp}} > 0,135 \quad \rightarrow \quad \frac{0,666 \cdot 25,2}{179,7} = \mathbf{0,093}$$

Por tanto, en esta comprobación se aprueba el bulbo de proa. La disposición de bulbo incrementaría el coste de construcción pero compensaría la eficiencia hidrodinámica y propulsiva. Dadas las características del buque será tipo de peonza ya que se facilita el alisado en formas tipo V como las que se localizan en proa. Además presenta buen comportamiento con mala mar, cuanto más plano en la parte superior del bulbo, mayor amortiguamiento en la cabezada.

#### 4.1.2 Parámetros del bulbo de proa

Siguiendo la representación de “El proyecto Básico del Buque Mercante” de la figura, se identifican los parámetros principales del bulbo:

**Figura 1: Parámetros del bulbo**



**A) Altura al punto de protuberancia máxima (Hx)**

Es la altura sobre la línea base al punto más a proa del bulbo. Se adimensionaliza dividiendo por el calado. Para que el bulbo sea efectivo ha de dimensionarse a:

$$0,35 < Hx/T < 0,55$$

Se toma que la altura del bulbo ha de ser  $Hx > 0,35 T = 2,17$  m. El valor mínimo obtenido es bastante bajo por lo que se opta por el valor similar a buques con las mismas características siendo **H = 4 m**.

**B) Abcisa del punto de máxima protuberancia (Xx)**

Corresponde a la abcisa del punto anterior, se adimensionaliza con la eslora. Es relevante para buques rápidos como es el caso con  $Fn > 0,3$ .

El valor en este caso, se calcula el valor mínimo para bulbos normales y altos a la condición de plena carga y lastre según el libro de consulta.

$$X = \frac{0,264 \cdot C_B \cdot B}{L_{pp}} - 0,0046 \quad ; \quad X = \frac{0,264 \cdot 0,666 \cdot 25,2}{179,7} - 0,0046$$

$$X = 0,02$$

Luego  $X = 2\% L_{pp} = 3,604$  m. Al ser un valor bajo se tomarán el valor próximo al buque base escalado tomando **Xx = 6,756 m**. Este valor puede ser modificado tras transformaciones pramétricas.

**C) Area transversal (S20)**

El valor del área se tomará a partir de la siguiente figura

**Figura 2: Area transversal del bulbo**

ÁREA TRANSVERSAL, $S_{a20}=100 \times S_{20}/S_{10}$							
LPP/B	CB						
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4,80	5,6	6,2	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3
5,00	5,8	6,4	6,9	7,4	8,2	8,8	9,5
5,20	6,1	6,7	7,3	7,8	8,4	9,0	9,8
5,40	6,3	6,9	7,6	8,1	8,6	9,3	10,1
5,60	6,5	7,2	7,8	8,4	8,9	9,6	10,4
5,80	6,7	7,4	8,0	8,6	9,2	9,9	10,7
6,00	6,9	7,6	8,2	8,8	9,5	10,2	11,0
6,20	7,2	7,9	8,5	9,1	9,7	10,5	11,3
6,40	7,5	8,1	8,7	9,3	10,0	10,8	11,6
6,60	7,8	8,4	9,0	9,6	10,3	11,1	11,9
6,80	8,0	8,6	9,2	9,8	10,5	11,4	12,2
7,00	8,2	8,8	9,4	10,0	10,7	11,6	12,5
7,20	8,4	8,9	9,6	10,2	11,0	11,8	12,8

Interpolando en la tabla se tiene que  $S_{20} = 9,722 \% SM$ . Se obtendrá la superficie mojada del coeficiente de la Cuaderna maestra, tomando  $CM = 0,976$

$$C_m = \text{Área de sección maestra} / \text{Área rectángulo} = A_m / (B \times T)$$

$$A_m = C_m \cdot B \cdot T = 0,976 \cdot 25,2 \cdot 6,2 = 152,49$$

Al área obtenida se le aplica el porcentaje del área transversal calculado, y se obtiene el área transversal del bulbo de proa:

$$S_{20} = 9,722\% \cdot 152,49 = 14,825 \text{ m}^2$$

Valorando los parámetros tomados anteriores apartados se obtiene que el área de proa es:

$$S_{20} = 15,0298 \text{ m}^2$$

Los valores serán tomados como referencia pero podrán variar con el fin de adaptar el alisado de formas.

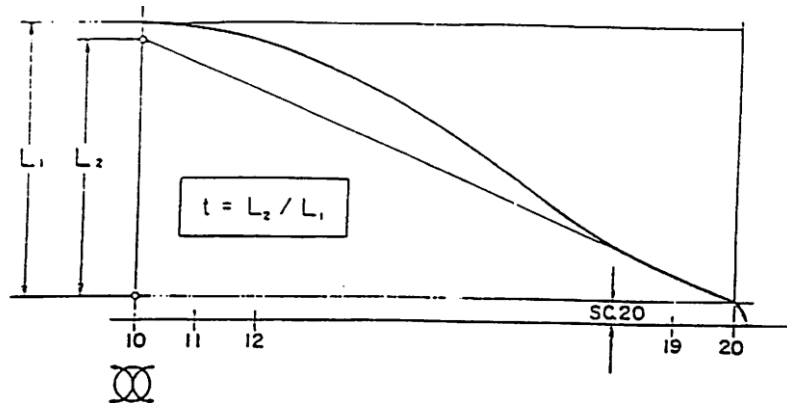
Otros parámetros adicionales en relación con la sección  $S_{20}$  son:

- Manga de bulbo, b: manga máxima en  $S_{20}$  definida por la perpendicular de proa  $\rightarrow b = 3,7702$
- Altura total, Z: Altura de  $S_{20}$  del bulbo  $\rightarrow Z = 6,034 \text{ m}$
- Coeficiente de afinamiento de la sección del bulbo,  $CS_{20}$ :

$$CS20 = \frac{S20}{b \cdot z} = \frac{15,0298 \text{ (m}^2\text{)}}{3,7702\text{(m)} \cdot 6,034\text{(m)}} = 0,66 \rightarrow \mathbf{CS20 = 0,66}$$

- Coeficiente de afinamiento de la sección del bulbo, CS20:

$$t = \frac{L_{pp} \cdot P}{2 \cdot (S10 - S20)} = \frac{1}{2} \cdot L_{pp} \frac{L_2 / (\frac{1}{2} \cdot L_{pp})}{L_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{1,7296}{1,8851} \rightarrow \mathbf{t = 0,917}$$



El valor recomendado para FN=0,306 oscila entre 0,6-1,3

## 4.2 Contornos de popa

En el diseño de popa se tendrá en cuenta la disposición de dos líneas de ejes, y los timones afectando a la propulsión y maniobrabilidad del buque. Las formas de popa han de proyectar un flujo estable de entrada de agua a la hélice y al timón, además de tener los huelgos requeridos para evitar cavitación en la hélice.

Se dispondrá una popa recta de espejo para obtener la manga máxima en popa y aprovechar mejor el espacio. De acuerdo a los criterios se analiza los huelgos de codaste y hélice requeridos.

Los huelgos son recomendados por las SS.CC para reducir la resistencia de presión en el casco y evitar cavitación del propulsor. A partir de los huelgos de la zona del propulsor se conocerá el diámetro máximo que permitirá mayor rendimiento propulsivo.

De acuerdo al reglamento del DNV (2000), Pt3, Ch3, Sec.2, se recomiendan los siguientes los huelgos para 2 hélices:

- Clara mínima entre la punta de la pala y la parte alta del codaste:

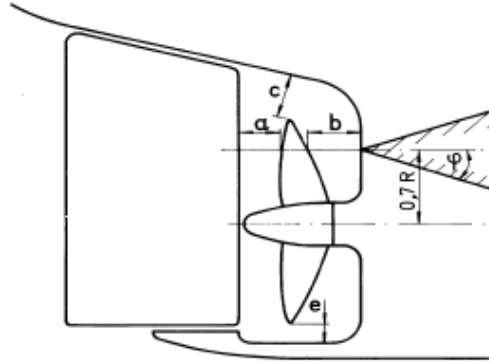
$$\mathbf{C \geq (0,6 - 0,02 * Zp) * R \text{ (m)}}$$



$R$  = radio de la hélice (m)

$Z_p$  = número de palas

**Figura 3: Claras hélice-codaste**



La situación del propulsor además estará condicionada por la cuaderna sino también por el quillote central. Para un diámetro máximo de 4,5 m y 4 palas, el valor  $c$  sería:

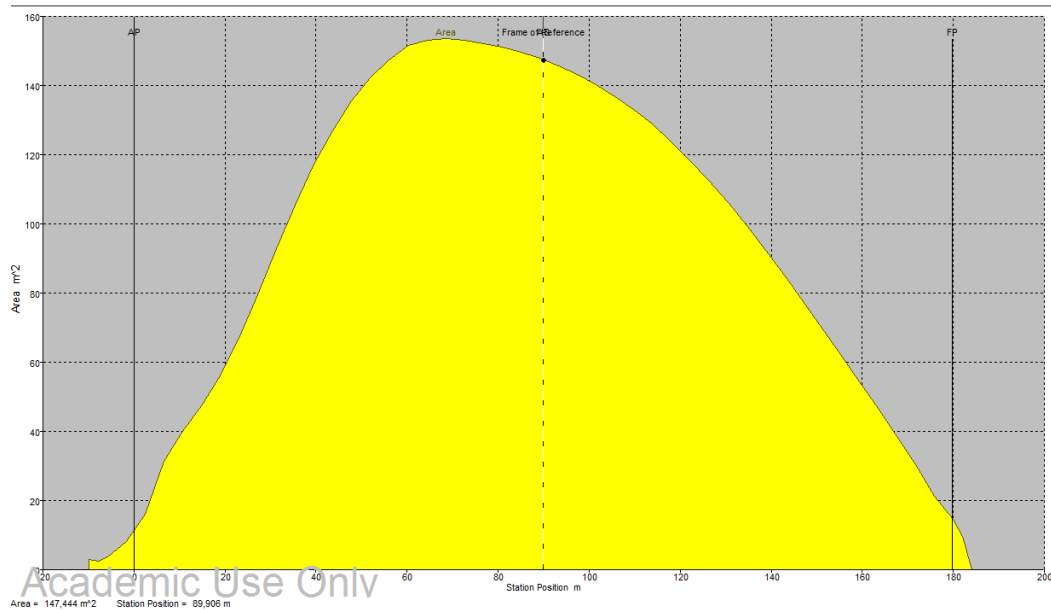
$$C \geq 1,17m$$

## 5. Curva de áreas seccionales

Esta curva representa la distribución de empuje a lo largo de la eslora. Las abscisas representan la situación longitudinal de las cuadernas y las ordenadas, el área sumergida al calado de diseño de 6,2 m.

El cuerpo cilíndrico es estrecho por su bajo coeficiente de bloque para este buque rápido y con cuerpos en los extremos. Muestra como el cuerpo de entrada es cóncavo debido al bulbo de proa para obtener menor resistencia al avance y en el cuerpo de popa trata de afinarse para reducir resistencia por origen viscoso.

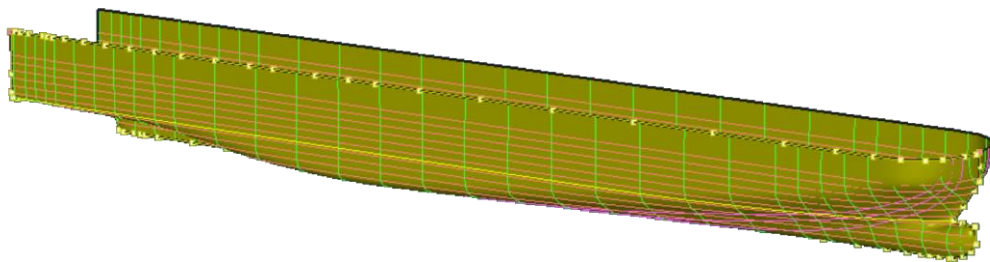
**Figura 4: Curvas de áreas Ro-ro**



## 6. Plano de formas

El plano de formas se muestra en el anexo. Los cambios realizados respecto al buque base fueron: modificación del bulbo para ajustarlo al calado y de la roda. El modelo a calcular es como el que se muestra:

**Figura 5: Modelo buque proyecto (Ro-ro)**



La cartilla de trazado resultante de Maxsurf es la obtenida a continuación:

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
1	-4	-9,449	4,148	6,303	Surfac	Internal	0,00000
2	-4	-9,449	6,148	6,270	Surfac	Internal	0,00000
3	-4	-9,449	8,148	6,124	Surfac	Internal	0,00000
4	-4	-9,449	1,886	6,200	Surfac	Internal	0,00000
5	-4	-9,449	7,311	6,200	Surfac	Internal	0,00000
6	-4	-9,449	11,794	6,200	Surfac	Internal	0,00000
7	-4	-9,449	12,498	7,160	Surfac	Internal	0,00000
8	-4	-9,449	12,579	8,560	Surfac	Internal	0,00000
9	-4	-9,449	12,593	9,960	Surfac	Internal	0,00000
10	-4	-9,449	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
11	-4	-9,449	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
12	-4	-9,449	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
13	-4	-9,449	0,000	6,028	Surfac	Left	0,00000
14	-4	-9,449	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
15	-4	-9,449	0,000	6,023	Surfac	Internal	0,00000
16	-3	-6,738	4,148	6,225	Surfac	Internal	0,00000
17	-3	-6,738	6,148	6,183	Surfac	Internal	0,00000
18	-3	-6,738	8,148	6,031	Surfac	Internal	0,00000
19	-3	-6,738	3,053	6,200	Surfac	Internal	0,00000
20	-3	-6,738	5,763	6,200	Surfac	Internal	0,00000
21	-3	-6,738	11,900	6,200	Surfac	Internal	0,00000
22	-3	-6,738	12,510	7,160	Surfac	Internal	0,00000
23	-3	-6,738	12,581	8,560	Surfac	Internal	0,00000
24	-3	-6,738	12,594	9,960	Surfac	Internal	0,00000
25	-3	-6,738	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
26	-3	-6,738	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
27	-3	-6,738	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
28	-3	-6,738	0,000	5,966	Surfac	Left	0,00000
29	-3	-6,738	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
30	-3	-6,738	0,000	5,960	Surfac	Internal	0,00000
31	-2	-4,492	4,148	6,141	Surfac	Internal	0,00000
32	-2	-4,492	6,148	6,096	Surfac	Internal	0,00000
33	-2	-4,492	8,148	5,943	Surfac	Internal	0,00000
34	-2	-4,492	11,977	6,200	Surfac	Internal	0,00000
35	-2	-4,492	12,517	7,160	Surfac	Internal	0,00000
36	-2	-4,492	12,582	8,560	Surfac	Internal	0,00000
37	-2	-4,492	12,594	9,960	Surfac	Internal	0,00000
38	-2	-4,492	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
39	-2	-4,492	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
40	-2	-4,492	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
41	-2	-4,492	0,000	5,855	Surfac	Left	0,00000
43	-2	-4,492	0,000	5,856	Surfac	Internal	0,00000
44	-1	-2,246	4,148	6,046	Surfac	Internal	0,00000
45	-1	-2,246	6,148	6,002	Surfac	Internal	0,00000
46	-1	-2,246	8,148	5,850	Surfac	Internal	0,00000
47	-1	-2,246	12,041	6,200	Surfac	Internal	0,00000
48	-1	-2,246	0,308	5,760	Surfac	Internal	0,00000
49	-1	-2,266	9,052	5,761	Surfac	Internal	0,00000
50	-1	-2,266	11,056	5,761	Surfac	Internal	0,00000
51	-1	-2,246	12,522	7,160	Surfac	Internal	0,00000
52	-1	-2,246	12,583	8,560	Surfac	Internal	0,00000
53	-1	-2,246	12,594	9,960	Surfac	Internal	0,00000
54	-1	-2,246	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
55	-1	-2,246	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
56	-1	-2,246	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
57	-1	-2,246	0,000	5,742	Surfac	Left	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
57	-1	-2,246	0,000	5,742	Surfac	Left	0,00000
58	-1	-2,246	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
59	-1	-2,246	0,000	5,736	Surfac	Internal	0,00000
60	0	0,000	4,148	5,836	Surfac	Internal	0,00000
61	0	0,000	6,148	5,799	Surfac	Internal	0,00000
62	0	0,000	8,148	5,658	Surfac	Internal	0,00000
63	0	0,000	12,133	6,200	Surfac	Internal	0,00000
64	0	0,000	2,378	5,760	Surfac	Internal	0,00000
65	0	0,002	6,833	5,760	Surfac	Internal	0,00000
66	0	0,002	11,394	5,760	Surfac	Internal	0,00000
67	0	0,000	12,530	7,160	Surfac	Internal	0,00000
68	0	0,000	12,584	8,560	Surfac	Internal	0,00000
69	0	0,000	12,594	9,960	Surfac	Internal	0,00000
70	0	0,000	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
71	0	0,000	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
72	0	0,000	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
73	0	0,000	0,000	5,495	Surfac	Left	0,00000
74	0	0,000	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
75	0	0,000	0,000	5,497	Surfac	Internal	0,00000
76	0	4,492	4,148	5,409	Surfac	Internal	0,00000
77	0	4,492	6,148	5,403	Surfac	Internal	0,00000
78	0	4,492	8,148	5,315	Surfac	Internal	0,00000
79	0	4,492	12,167	6,200	Surfac	Internal	0,00000
80	0	4,492	0,213	1,560	Surfac	Internal	0,00000
81	0	4,492	0,417	2,960	Surfac	Internal	0,00000
82	0	4,492	0,555	4,360	Surfac	Internal	0,00000
84	0	4,492	12,534	7,160	Surfac	Internal	0,00000
85	0	4,492	12,585	8,560	Surfac	Internal	0,00000
86	0	4,492	12,595	9,960	Surfac	Internal	0,00000
87	0	4,492	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
88	0	4,492	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
89	0	4,492	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
90	0	4,492	0,000	5,043	Surfac	Left	0,00000
91	0	4,492	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
92	0	4,492	0,000	0,893	Surfac	Bottom	0,00000
93	0	4,492	0,000	5,049	Surfac	Internal	0,00000
94	0	4,492	0,603	5,089	Surfac	Internal	0,00000
95	1	8,985	4,148	4,913	Surfac	Internal	0,00000
96	1	8,985	6,148	4,950	Surfac	Internal	0,00000
97	1	8,985	8,148	4,954	Surfac	Internal	0,00000
98	1	8,985	12,192	6,200	Surfac	Internal	0,00000
99	1	8,985	0,800	1,560	Surfac	Internal	0,00000
100	1	8,985	0,801	2,960	Surfac	Internal	0,00000
101	1	8,985	0,801	4,360	Surfac	Internal	0,00000
102	1	8,985	11,698	5,760	Surfac	Internal	0,00000
103	1	8,985	12,538	7,160	Surfac	Internal	0,00000
104	1	8,985	12,587	8,560	Surfac	Internal	0,00000
105	1	8,985	12,595	9,960	Surfac	Internal	0,00000
106	1	8,985	12,598	11,360	Surfac	Internal	0,00000
107	1	8,985	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
108	1	8,985	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
109	1	8,985	0,000	4,679	Surfac	Left	0,00000
110	1	8,985	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
111	1	8,985	0,788	0,000	Surfac	Top	0,00000
112	1	8,985	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
113	1	8,985	0,788	0,000	Surfac	Right	0,00000
114	1	8,985	0,801	4,611	Surfac	Internal	0,00000
115	1	13,477	4,148	4,418	Surfac	Internal	0,00000
116	1	13,477	6,148	4,511	Surfac	Internal	0,00000
117	1	13,477	8,148	4,621	Surfac	Internal	0,00000
118	1	13,477	12,170	6,200	Surfac	Internal	0,00000
119	1	13,477	0,801	1,560	Surfac	Internal	0,00000
120	1	13,477	0,801	2,960	Surfac	Internal	0,00000
121	1	13,477	3,239	4,360	Surfac	Internal	0,00000
122	1	13,477	11,738	5,760	Surfac	Internal	0,00000
123	1	13,477	12,537	7,160	Surfac	Internal	0,00000
124	1	13,477	12,588	8,560	Surfac	Internal	0,00000
125	1	13,477	12,596	9,960	Surfac	Internal	0,00000
126	1	13,477	12,599	11,360	Surfac	Internal	0,00000
127	1	13,477	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
128	1	13,477	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
129	1	13,477	0,000	4,250	Surfac	Left	0,00000
130	1	13,477	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
131	1	13,477	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
132	1	13,477	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
133	1	13,477	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
134	1	13,477	0,000	4,217	Surfac	Internal	0,00000
135	1	13,477	0,801	4,158	Surfac	Internal	0,00000
136	2	17,970	4,148	3,932	Surfac	Internal	0,00000
137	2	17,970	6,148	4,073	Surfac	Internal	0,00000
138	2	17,970	8,148	4,269	Surfac	Internal	0,00000
139	2	17,970	12,227	6,200	Surfac	Internal	0,00000
140	2	17,970	0,801	1,560	Surfac	Internal	0,00000
141	2	17,970	0,801	2,960	Surfac	Internal	0,00000
142	2	17,970	8,734	4,360	Surfac	Internal	0,00000
143	2	17,970	11,877	5,760	Surfac	Internal	0,00000
144	2	17,970	12,545	7,160	Surfac	Internal	0,00000
145	2	17,970	12,590	8,560	Surfac	Internal	0,00000
146	2	17,970	12,597	9,960	Surfac	Internal	0,00000
147	2	17,970	12,599	11,360	Surfac	Internal	0,00000
148	2	17,970	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
149	2	17,970	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
150	2	17,970	0,000	3,639	Surfac	Left	0,00000
151	2	17,970	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
152	2	17,970	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
153	2	17,970	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
154	2	17,970	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
155	2	17,970	0,801	3,711	Surfac	Internal	0,00000
156	2	22,462	4,148	3,407	Surfac	Internal	0,00000
157	2	22,462	6,148	3,557	Surfac	Internal	0,00000
158	2	22,462	8,148	3,792	Surfac	Internal	0,00000
159	2	22,462	12,421	6,200	Surfac	Internal	0,00000
160	2	22,462	0,801	1,560	Surfac	Internal	0,00000
161	2	22,462	0,801	2,960	Surfac	Internal	0,00000



	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
162	2	22,462	10,309	4,360	Surfac	Internal	0,00000
163	2	22,462	12,190	5,760	Surfac	Internal	0,00000
164	2	22,462	12,569	7,160	Surfac	Internal	0,00000
165	2	22,462	12,593	8,560	Surfac	Internal	0,00000
166	2	22,462	12,598	9,960	Surfac	Internal	0,00000
167	2	22,462	12,599	11,360	Surfac	Internal	0,00000
168	2	22,462	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
169	2	22,462	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
170	2	22,462	0,000	3,017	Surfac	Left	0,00000
171	2	22,462	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
172	2	22,462	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
173	2	22,462	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
174	2	22,462	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
175	2	22,462	0,000	3,034	Surfac	Internal	0,00000
176	2	22,462	0,801	3,206	Surfac	Internal	0,00000
177	3	26,955	4,148	2,794	Surfac	Internal	0,00000
178	3	26,955	6,148	2,925	Surfac	Internal	0,00000
179	3	26,955	8,148	3,151	Surfac	Internal	0,00000
180	3	26,955	12,504	6,200	Surfac	Internal	0,00000
181	3	26,955	0,801	1,560	Surfac	Internal	0,00000
182	3	26,955	6,570	2,960	Surfac	Internal	0,00000
183	3	26,955	11,455	4,360	Surfac	Internal	0,00000
184	3	26,955	12,374	5,760	Surfac	Internal	0,00000
185	3	26,955	12,580	7,160	Surfac	Internal	0,00000
186	3	26,955	12,595	8,560	Surfac	Internal	0,00000
187	3	26,955	12,598	9,960	Surfac	Internal	0,00000
188	3	26,955	12,599	11,360	Surfac	Internal	0,00000
189	3	26,955	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
190	3	26,955	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
191	3	26,955	0,000	2,490	Surfac	Left	0,00000
192	3	26,955	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
193	3	26,955	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
194	3	26,955	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
195	3	26,955	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
196	3	26,955	0,801	2,622	Surfac	Internal	0,00000
197	4	35,940	4,148	1,665	Surfac	Internal	0,00000
198	4	35,940	6,148	1,747	Surfac	Internal	0,00000
199	4	35,940	8,148	1,889	Surfac	Internal	0,00000
200	4	35,940	12,583	6,200	Surfac	Internal	0,00000
201	4	35,940	1,284	1,560	Surfac	Internal	0,00000
202	4	35,940	0,801	1,560	Surfac	Internal	0,00000
203	4	35,940	11,353	2,960	Surfac	Internal	0,00000
204	4	35,940	12,280	4,360	Surfac	Internal	0,00000
205	4	35,940	12,570	5,760	Surfac	Internal	0,00000
206	4	35,940	12,594	7,160	Surfac	Internal	0,00000
207	4	35,940	12,598	8,560	Surfac	Internal	0,00000
208	4	35,940	12,599	9,960	Surfac	Internal	0,00000
209	4	35,940	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
210	4	35,940	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
211	4	35,940	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
212	4	35,940	0,000	1,514	Surfac	Left	0,00000
213	4	35,940	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
214	4	35,940	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
215	4	35,940	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
216	4	35,940	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
217	4	35,940	0,000	1,535	Surfac	Internal	0,00000
218	4	35,940	0,801	1,563	Surfac	Internal	0,00000
219	5	44,925	4,148	0,828	Surfac	Internal	0,00000
220	5	44,925	6,148	0,869	Surfac	Internal	0,00000
221	5	44,925	8,148	0,941	Surfac	Internal	0,00000
222	5	44,925	12,596	6,200	Surfac	Internal	0,00000
223	5	44,925	11,163	1,560	Surfac	Internal	0,00000
224	5	44,925	12,316	2,960	Surfac	Internal	0,00000
225	5	44,925	12,572	4,360	Surfac	Internal	0,00000
226	5	44,925	12,594	5,760	Surfac	Internal	0,00000
227	5	44,925	12,598	7,160	Surfac	Internal	0,00000
228	5	44,925	12,599	8,560	Surfac	Internal	0,00000
229	5	44,925	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
230	5	44,925	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
231	5	44,925	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
232	5	44,925	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
233	5	44,925	0,000	0,769	Surfac	Left	0,00000
234	5	44,925	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
235	5	44,925	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
236	5	44,925	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
237	5	44,925	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
238	5	44,925	0,000	0,788	Surfac	Internal	0,00000
239	6	53,910	4,148	0,271	Surfac	Internal	0,00000
240	6	53,910	6,148	0,282	Surfac	Internal	0,00000
241	6	53,910	8,148	0,318	Surfac	Internal	0,00000
242	6	53,910	12,598	6,200	Surfac	Internal	0,00000
243	6	53,910	12,168	1,560	Surfac	Internal	0,00000
244	6	53,910	12,563	2,960	Surfac	Internal	0,00000
245	6	53,910	12,594	4,360	Surfac	Internal	0,00000
246	6	53,910	12,598	5,760	Surfac	Internal	0,00000
247	6	53,910	12,599	7,160	Surfac	Internal	0,00000
248	6	53,910	12,600	8,560	Surfac	Internal	0,00000
249	6	53,910	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
250	6	53,910	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
251	6	53,910	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
252	6	53,910	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
253	6	53,910	0,000	0,268	Surfac	Left	0,00000
254	6	53,910	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
255	6	53,910	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
256	6	53,910	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
257	6	53,910	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
258	6	53,910	0,000	0,274	Surfac	Internal	0,00000
259	7	62,895	4,148	0,004	Surfac	Internal	0,00000
260	7	62,895	6,148	0,004	Surfac	Internal	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
261	7	62,895	8,148	0,005	Surfac	Internal	0,00000
262	7	62,895	12,600	6,200	Surfac	Internal	0,00000
263	7	62,895	12,411	1,560	Surfac	Internal	0,00000
264	7	62,895	12,595	2,960	Surfac	Internal	0,00000
265	7	62,895	12,599	4,360	Surfac	Internal	0,00000
266	7	62,895	12,600	5,760	Surfac	Internal	0,00000
267	7	62,895	12,600	7,160	Surfac	Internal	0,00000
268	7	62,895	12,600	8,560	Surfac	Internal	0,00000
269	7	62,895	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
270	7	62,895	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
271	7	62,895	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
272	7	62,895	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
273	7	62,895	0,000	0,004	Surfac	Left	0,00000
274	7	62,895	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
275	7	62,895	0,801	0,000	Surfac	Top	0,00000
276	7	62,895	0,000	0,000	Surfac	Bottom	0,00000
277	7	62,895	0,801	0,000	Surfac	Right	0,00000
278	7	62,895	0,000	0,011	Surfac	Internal	0,00000
280	8	71,880	4,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
281	8	71,880	6,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
282	8	71,880	8,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
283	8	71,880	12,600	6,200	Surfac	Internal	0,00000
284	8	71,880	12,389	1,560	Surfac	Internal	0,00000
285	8	71,880	12,596	2,960	Surfac	Internal	0,00000
286	8	71,880	12,599	4,360	Surfac	Internal	0,00000
287	8	71,880	12,600	5,760	Surfac	Internal	0,00000
288	8	71,880	12,600	7,160	Surfac	Internal	0,00000
289	8	71,880	12,600	8,560	Surfac	Internal	0,00000
290	8	71,880	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
291	8	71,880	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
292	8	71,880	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
293	8	71,880	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
294	8	71,880	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
295	8	71,880	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
296	9	80,865	4,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
297	9	80,865	6,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
298	9	80,865	8,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
299	9	80,865	12,599	6,200	Surfac	Internal	0,00000
300	9	80,865	12,176	1,560	Surfac	Internal	0,00000
301	9	80,865	12,581	2,960	Surfac	Internal	0,00000
302	9	80,865	12,597	4,360	Surfac	Internal	0,00000
303	9	80,865	12,599	5,760	Surfac	Internal	0,00000
304	9	80,865	12,600	7,160	Surfac	Internal	0,00000
305	9	80,865	12,600	8,560	Surfac	Internal	0,00000
306	9	80,865	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
307	9	80,865	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
308	9	80,865	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
309	9	80,865	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
310	9	80,865	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
311	9	80,865	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
312	10	89,850	4,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
313	10	89,850	6,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
314	10	89,850	8,148	0,045	Surfac	Internal	0,00000



	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
315	10	89,850	12,597	6,200	Surfac	Internal	0,00000
316	10	89,850	11,664	1,560	Surfac	Internal	0,00000
317	10	89,850	12,484	2,960	Surfac	Internal	0,00000
318	10	89,850	12,590	4,360	Surfac	Internal	0,00000
319	10	89,850	12,597	5,760	Surfac	Internal	0,00000
320	10	89,850	12,599	7,160	Surfac	Internal	0,00000
321	10	89,850	12,599	8,560	Surfac	Internal	0,00000
322	10	89,850	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
323	10	89,850	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
324	10	89,850	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
325	10	89,850	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
326	10	89,850	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
327	10	89,850	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
328	11	98,835	4,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
329	11	98,835	6,148	0,001	Surfac	Internal	0,00000
330	11	98,835	8,148	0,311	Surfac	Internal	0,00000
331	11	98,835	12,595	6,200	Surfac	Internal	0,00000
332	11	98,835	10,791	1,560	Surfac	Internal	0,00000
333	11	98,835	12,165	2,960	Surfac	Internal	0,00000
334	11	98,835	12,573	4,360	Surfac	Internal	0,00000
335	11	98,835	12,593	5,760	Surfac	Internal	0,00000
336	11	98,835	12,597	7,160	Surfac	Internal	0,00000
337	11	98,835	12,599	8,560	Surfac	Internal	0,00000
338	11	98,835	12,600	9,960	Surfac	Internal	0,00000
339	11	98,835	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
340	11	98,835	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
341	11	98,835	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
342	11	98,835	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
343	11	98,835	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
344	12	107,820	4,148	0,000	Surfac	Internal	0,00000
345	12	107,820	6,148	0,118	Surfac	Internal	0,00000
346	12	107,820	8,148	0,744	Surfac	Internal	0,00000
347	12	107,820	12,590	6,200	Surfac	Internal	0,00000
348	12	107,820	9,663	1,560	Surfac	Internal	0,00000
349	12	107,820	11,611	2,960	Surfac	Internal	0,00000
350	12	107,820	12,448	4,360	Surfac	Internal	0,00000
351	12	107,820	12,585	5,760	Surfac	Internal	0,00000
352	12	107,820	12,595	7,160	Surfac	Internal	0,00000
353	12	107,820	12,598	8,560	Surfac	Internal	0,00000
354	12	107,820	12,599	9,960	Surfac	Internal	0,00000
355	12	107,820	12,600	11,360	Surfac	Internal	0,00000
356	12	107,820	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
357	12	107,820	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
358	12	107,820	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
359	12	107,820	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
360	13	116,805	4,148	0,028	Surfac	Internal	0,00000
361	13	116,805	6,148	0,417	Surfac	Internal	0,00000
362	13	116,805	8,148	1,376	Surfac	Internal	0,00000
363	13	116,805	12,570	6,200	Surfac	Internal	0,00000
364	13	116,805	8,443	1,560	Surfac	Internal	0,00000
365	13	116,805	10,642	2,960	Surfac	Internal	0,00000
366	13	116,805	11,954	4,360	Surfac	Internal	0,00000
367	13	116,805	12,541	5,760	Surfac	Internal	0,00000
368	13	116,805	12,588	7,160	Surfac	Internal	0,00000
369	13	116,805	12,596	8,560	Surfac	Internal	0,00000
370	13	116,805	12,598	9,960	Surfac	Internal	0,00000
371	13	116,805	12,599	11,360	Surfac	Internal	0,00000
372	13	116,805	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
373	13	116,805	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
374	13	116,805	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
375	13	116,805	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
376	14	125,790	4,148	0,174	Surfac	Internal	0,00000
377	14	125,790	6,148	0,899	Surfac	Internal	0,00000
378	14	125,790	8,148	2,202	Surfac	Internal	0,00000
379	14	125,790	12,418	6,200	Surfac	Internal	0,00000
380	14	125,790	7,229	1,560	Surfac	Internal	0,00000
381	14	125,790	9,289	2,960	Surfac	Internal	0,00000
382	14	125,790	11,189	4,360	Surfac	Internal	0,00000
383	14	125,790	12,217	5,760	Surfac	Internal	0,00000
384	14	125,790	12,563	7,160	Surfac	Internal	0,00000
385	14	125,790	12,590	8,560	Surfac	Internal	0,00000
386	14	125,790	12,596	9,960	Surfac	Internal	0,00000
387	14	125,790	12,599	11,360	Surfac	Internal	0,00000
388	14	125,790	12,600	12,760	Surfac	Internal	0,00000
389	14	125,790	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
390	14	125,790	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
391	14	125,790	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
392	15	134,775	4,148	0,472	Surfac	Internal	0,00000
393	15	134,775	6,148	1,639	Surfac	Internal	0,00000
394	15	134,775	8,148	3,168	Surfac	Internal	0,00000
395	15	134,775	11,818	6,200	Surfac	Internal	0,00000
396	15	134,775	6,047	1,560	Surfac	Internal	0,00000
397	15	134,775	7,852	2,960	Surfac	Internal	0,00000
398	15	134,775	10,079	4,360	Surfac	Internal	0,00000
399	15	134,775	11,472	5,760	Surfac	Internal	0,00000
400	15	134,775	12,376	7,160	Surfac	Internal	0,00000
401	15	134,775	12,571	8,560	Surfac	Internal	0,00000
402	15	134,775	12,591	9,960	Surfac	Internal	0,00000
403	15	134,775	12,597	11,360	Surfac	Internal	0,00000
404	15	134,775	12,599	12,760	Surfac	Internal	0,00000
405	15	134,775	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
406	15	134,775	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
407	15	134,775	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
408	16	143,760	4,148	0,986	Surfac	Internal	0,00000
409	16	143,760	6,148	2,698	Surfac	Internal	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
410	16	143,760	8,148	4,222	Surfac	Internal	0,00000
411	16	143,760	10,821	6,200	Surfac	Internal	0,00000
412	16	143,760	4,908	1,560	Surfac	Internal	0,00000
413	16	143,760	6,448	2,960	Surfac	Internal	0,00000
414	16	143,760	8,370	4,360	Surfac	Internal	0,00000
415	16	143,760	10,370	5,760	Surfac	Internal	0,00000
416	16	143,760	11,686	7,160	Surfac	Internal	0,00000
417	16	143,760	12,442	8,560	Surfac	Internal	0,00000
418	16	143,760	12,573	9,960	Surfac	Internal	0,00000
419	16	143,760	12,593	11,360	Surfac	Internal	0,00000
420	16	143,760	12,598	12,760	Surfac	Internal	0,00000
421	16	143,760	12,600	14,160	Surfac	Internal	0,00000
422	16	143,760	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
423	16	143,760	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
424	17	152,745	4,148	1,894	Surfac	Internal	0,00000
425	17	152,745	6,148	3,963	Surfac	Internal	0,00000
426	17	152,745	8,148	5,353	Surfac	Internal	0,00000
427	17	152,745	9,365	6,200	Surfac	Internal	0,00000
428	17	152,745	3,836	1,560	Surfac	Internal	0,00000
429	17	152,745	5,097	2,960	Surfac	Internal	0,00000
430	17	152,745	6,645	4,360	Surfac	Internal	0,00000
431	17	152,745	8,788	5,760	Surfac	Internal	0,00000
432	17	152,745	10,481	7,160	Surfac	Internal	0,00000
433	17	152,745	11,802	8,560	Surfac	Internal	0,00000
434	17	152,745	12,456	9,960	Surfac	Internal	0,00000
435	17	152,745	12,572	11,360	Surfac	Internal	0,00000
436	17	152,745	12,593	12,760	Surfac	Internal	0,00000
437	17	152,745	12,598	14,160	Surfac	Internal	0,00000
438	17	152,745	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
439	17	152,745	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
440	17	157,237	4,148	2,579	Surfac	Internal	0,00000
441	17	157,237	6,148	4,656	Surfac	Internal	0,00000
442	17	157,237	8,148	6,003	Surfac	Internal	0,00000
443	17	157,237	8,426	6,200	Surfac	Internal	0,00000
444	17	157,237	3,334	1,560	Surfac	Internal	0,00000
445	17	157,237	4,452	2,960	Surfac	Internal	0,00000
446	17	157,237	5,792	4,360	Surfac	Internal	0,00000
447	17	157,237	7,778	5,760	Surfac	Internal	0,00000
448	17	157,237	9,660	7,160	Surfac	Internal	0,00000
449	17	157,237	11,197	8,560	Surfac	Internal	0,00000
450	17	157,237	12,214	9,960	Surfac	Internal	0,00000
451	17	157,237	12,533	11,360	Surfac	Internal	0,00000
452	17	157,237	12,585	12,760	Surfac	Internal	0,00000
453	17	157,237	12,596	14,160	Surfac	Internal	0,00000
454	17	157,237	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
455	17	157,237	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
456	17	161,730	4,148	3,402	Surfac	Internal	0,00000
457	17	161,730	6,148	5,410	Surfac	Internal	0,00000
458	17	161,730	8,148	6,781	Surfac	Internal	0,00000
459	17	161,730	7,336	6,200	Surfac	Internal	0,00000



	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
460	17	161,730	2,861	1,560	Surfac	Internal	0,00000
461	17	161,730	3,837	2,960	Surfac	Internal	0,00000
462	17	161,730	4,940	4,360	Surfac	Internal	0,00000
463	17	161,730	6,665	5,760	Surfac	Internal	0,00000
464	17	161,730	8,650	7,160	Surfac	Internal	0,00000
465	17	161,730	10,350	8,560	Surfac	Internal	0,00000
466	17	161,730	11,691	9,960	Surfac	Internal	0,00000
467	17	161,730	12,378	11,360	Surfac	Internal	0,00000
468	17	161,730	12,549	12,760	Surfac	Internal	0,00000
469	17	161,730	12,585	14,160	Surfac	Internal	0,00000
470	17	161,730	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
471	17	161,730	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
472	18	166,222	4,148	4,462	Surfac	Internal	0,00000
473	18	166,222	6,148	6,243	Surfac	Internal	0,00000
474	18	166,222	8,148	7,745	Surfac	Internal	0,00000
475	18	166,222	6,088	6,200	Surfac	Internal	0,00000
476	18	166,222	2,420	1,560	Surfac	Internal	0,00000
477	18	166,222	3,267	2,960	Surfac	Internal	0,00000
478	18	166,222	4,077	4,360	Surfac	Internal	0,00000
479	18	166,222	5,471	5,760	Surfac	Internal	0,00000
480	18	166,222	7,393	7,160	Surfac	Internal	0,00000
481	18	166,222	9,154	8,560	Surfac	Internal	0,00000
482	18	166,222	10,716	9,960	Surfac	Internal	0,00000
483	18	166,222	11,856	11,360	Surfac	Internal	0,00000
484	18	166,222	12,389	12,760	Surfac	Internal	0,00000
485	18	166,222	12,538	14,160	Surfac	Internal	0,00000
486	18	166,222	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
487	18	166,222	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
488	18	170,715	4,148	5,949	Surfac	Internal	0,00000
489	18	170,715	6,148	7,511	Surfac	Internal	0,00000
490	18	170,715	8,148	9,093	Surfac	Internal	0,00000
491	18	170,715	4,439	6,200	Surfac	Internal	0,00000
492	18	170,715	2,017	1,560	Surfac	Internal	0,00000
493	18	170,715	2,756	2,960	Surfac	Internal	0,00000
494	18	170,715	3,177	4,360	Surfac	Internal	0,00000
495	18	170,715	3,958	5,760	Surfac	Internal	0,00000
496	18	170,715	5,694	7,160	Surfac	Internal	0,00000
497	18	170,715	7,484	8,560	Surfac	Internal	0,00000
498	18	170,715	9,198	9,960	Surfac	Internal	0,00000
499	18	170,715	10,754	11,360	Surfac	Internal	0,00000
500	18	170,715	11,902	12,760	Surfac	Internal	0,00000
501	18	170,715	12,409	14,160	Surfac	Internal	0,00000
502	18	170,715	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
503	18	170,715	12,600	18,494	Surfac	Right	0,00000
504	18	170,715	12,599	18,494	Surfac	Internal	0,00000
505	19	175,207	4,148	7,760	Surfac	Internal	0,00000

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface	Kind	Acceptable Error m
506	19	175,207	6,148	9,222	Surfac	Internal	0,00000
507	19	175,207	8,148	10,651	Surfac	Internal	0,00000
508	19	175,207	2,068	6,200	Surfac	Internal	0,00000
509	19	175,207	1,664	1,560	Surfac	Internal	0,00000
510	19	175,207	2,299	2,960	Surfac	Internal	0,00000
511	19	175,207	2,234	4,360	Surfac	Internal	0,00000
512	19	175,207	1,806	5,760	Surfac	Internal	0,00000
513	19	175,207	3,344	7,160	Surfac	Internal	0,00000
514	19	175,207	5,234	8,560	Surfac	Internal	0,00000
515	19	175,207	7,177	9,960	Surfac	Internal	0,00000
516	19	175,207	9,139	11,360	Surfac	Internal	0,00000
517	19	175,207	10,941	12,760	Surfac	Internal	0,00000
518	19	175,207	12,068	14,160	Surfac	Internal	0,00000
519	19	175,207	0,000	0,000	Surfac	Left	0,00000
520	19	175,207	12,490	18,494	Surfac	Right	0,00000
521	19	175,207	12,302	18,493	Surfac	Internal	0,00000
522	20	179,700	4,148	10,269	Surfac	Internal	0,00000
523	20	179,700	6,148	11,563	Surfac	Internal	0,00000
524	20	179,700	8,148	12,800	Surfac	Internal	0,00000
525	20	179,700	0,025	6,200	Surfac	Internal	0,00000
526	20	179,700	1,348	1,560	Surfac	Internal	0,00000
527	20	179,700	1,917	2,960	Surfac	Internal	0,00000
528	20	179,700	1,664	4,360	Surfac	Internal	0,00000
529	20	179,700	0,382	5,760	Surfac	Internal	0,00000
530	20	179,700	0,258	7,160	Surfac	Internal	0,00000
531	20	179,700	1,560	8,560	Surfac	Internal	0,00000
532	20	179,700	3,675	9,960	Surfac	Internal	0,00000
533	20	179,700	5,829	11,360	Surfac	Internal	0,00000
534	20	179,700	8,083	12,760	Surfac	Internal	0,00000
535	20	179,700	9,929	14,160	Surfac	Internal	0,00000
536	20	179,700	0,000	0,033	Surfac	Bottom	0,00000
537	20	179,700	10,835	18,489	Surfac	Right	0,00000
538	20	179,700	10,694	18,489	Surfac	Internal	0,00000
539	20	181,946	4,148	12,302	Surfac	Internal	0,00000
540	20	181,946	6,148	13,497	Surfac	Internal	0,00000
541	20	181,946	8,148	15,575	Surfac	Internal	0,00000
542	20	181,946	0,797	1,560	Surfac	Internal	0,00000
543	20	181,946	1,341	2,960	Surfac	Internal	0,00000
544	20	181,946	1,338	4,360	Surfac	Internal	0,00000
545	20	181,946	0,642	5,760	Surfac	Internal	0,00000
546	20	181,946	0,343	9,960	Surfac	Internal	0,00000
547	20	181,946	2,378	11,360	Surfac	Internal	0,00000
548	20	181,946	4,965	12,760	Surfac	Internal	0,00000
549	20	181,946	7,018	14,160	Surfac	Internal	0,00000
550	20	181,946	0,000	0,742	Surfac	Bottom	0,00000
551	20	181,946	0,000	6,040	Surfac	Bottom	0,00000
552	20	181,946	0,000	9,457	Surfac	Bottom	0,00000
553	20	181,946	8,809	18,487	Surfac	Right	0,00000
554	20	181,946	8,527	18,488	Surfac	Internal	0,00000

555	20	181,946	0,000	0,749	Surfac	Internal	0,00000
556	20	181,946	0,000	6,026	Surfac	Internal	0,00000
557	20	181,946	0,000	9,459	Surfac	Internal	0,00000
558	20	184,192	1,646	14,160	Surfac	Internal	0,00000
559	21	184,192	0,000	13,061	Surfac	Bottom	0,00000
560	21	184,192	3,140	18,498	Surfac	Right	0,00000
561	21	184,192	2,722	18,498	Surfac	Internal	0,00000
562	21	184,192	0,000	13,067	Surfac	Internal	0,00000

## 7. Comprobación de resultados

Se calculan los valores hidrostáticos para nuestras formas en Maxsurf. Las pequeñas diferencias se deben a las variaciones hidrodinámicas del buque base respecto a los coeficientes para nuestro buque proyecto. No obstante, los coeficientes están en el rango aceptable para este tipo de buques.

**Figura 6: Valores hidrostáticos finales**

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	18667	t
2	Volume (displaced)	18211,781	m³
3	Draft Amidships	6,200	m
4	Immersed depth	6,200	m
5	WL Length	189,764	m
6	Beam max extents on WL	25,200	m
7	Beam max on WL	25,200	m
8	Wetted Area	5758,416	m²
9	Max sect. area	153,302	m²
10	Waterpl. Area	4248,802	m²
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,661	
12	Block coeff. (Cb)	0,649	
13	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,982	
14	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,938	
15	LCB length	86,729	from zero
16	LCF length	77,484	from zero
17	LCB %	48,263	from zero
18	LCF %	43,119	from zero
19	KB	3,554	m
20	KG fluid	0,000	m
21	BMT	11,274	m
22	BML	580,166	m
23	GMt corrected	14,828	m
24	GML	583,720	m
25	KMt	14,828	m
26	KML	583,720	m
27	Immersion (TPc)	43,550	tonne/cm
28	MTc	606,363	tonne.m
29	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(	4830,880	tonne.m
30	Length:Beam ratio	7,131	
31	Beam:Draft ratio	4,064	
32	Length:Vol <sup>0.333</sup> ratio	6,830	
33	Precision	Medium	66 station

## 8. Bibliografía

- Alvariño, R., Azpiroz, J., & Meizoso, M. (2007). *El proyecto básico del buque mercante*. (2ª ed.). Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- AS, D. G. (Octubre 2015). *Rules for classification: Ships.Pt3Ch14."Rudders and steering"* (amended January 2016 ed.).
- Ocampo, F. J. (2003). *Proyecto de buques y Artefactos. Proyecto de formas de un buque*. Universidade da Coruña, Escola Politécnica Superior.

### SOFTWARE

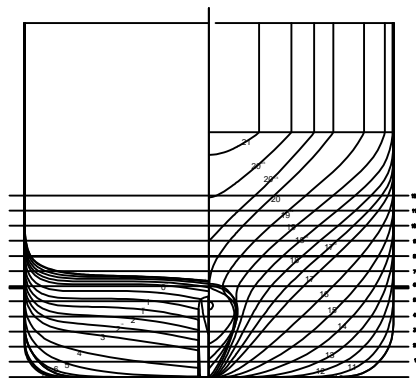
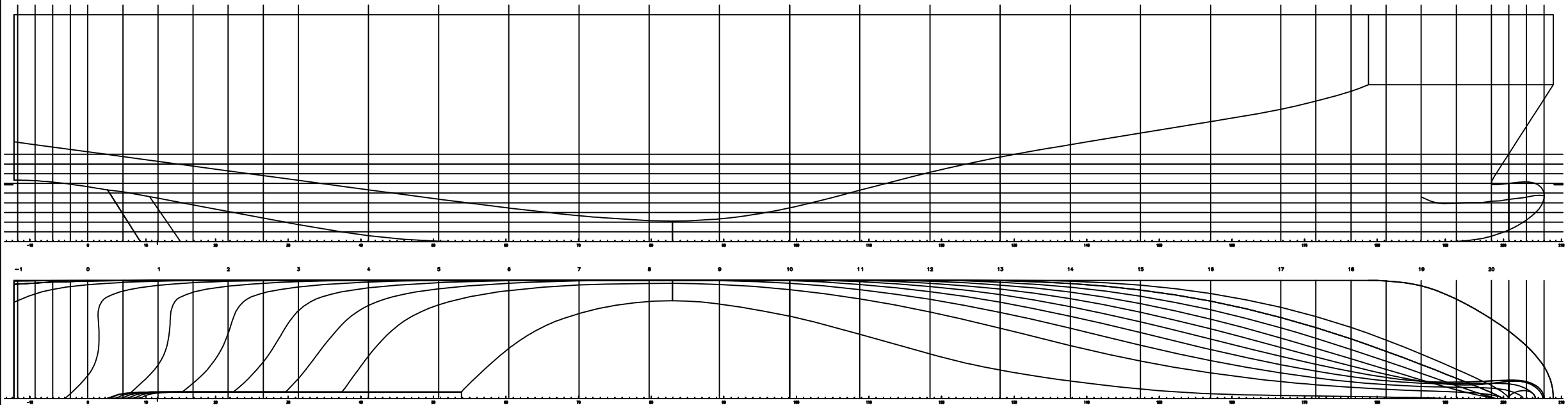
- Bentley. (2014). Maxsurf Enterprise V8 i (Maxsurf Modeler).

---



**Anexo I:**


**Planos**

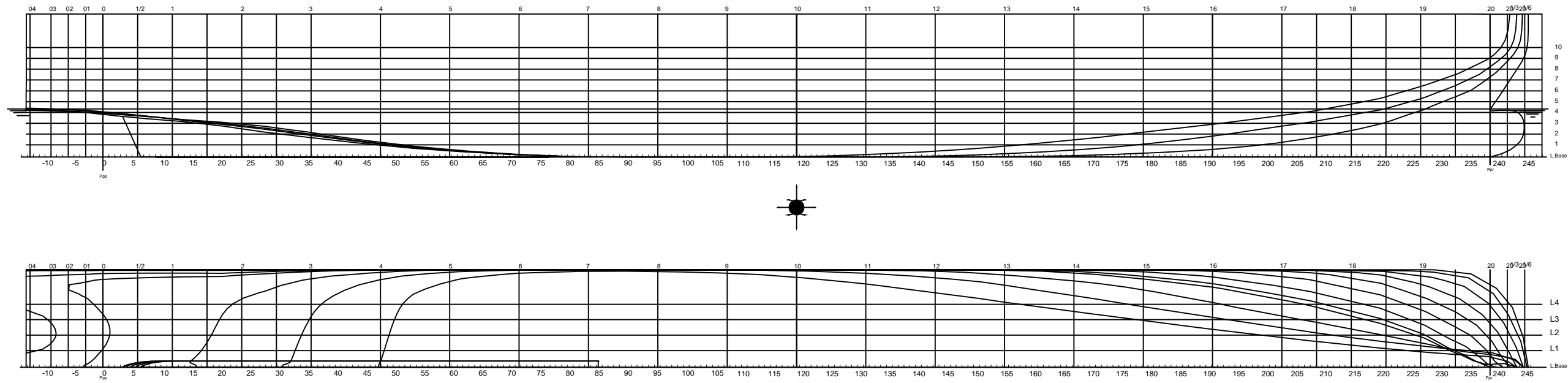


#### CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL	LOA	159.017	M
ESLORA EN LA FLOTACION	LWL(1)	145.000	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(1)	145.000	M
MANGA DE TRAZADO	B	24.400	M
PUNTA DE TRAZADO	D	8.000	M
CALADO DE PROYECTO	T	6.000	M


(1) DATOS REFERIDOS AL CALADO T  
(2) ABSISAS POSITIVAS A POPA SECCION MAXIMA.

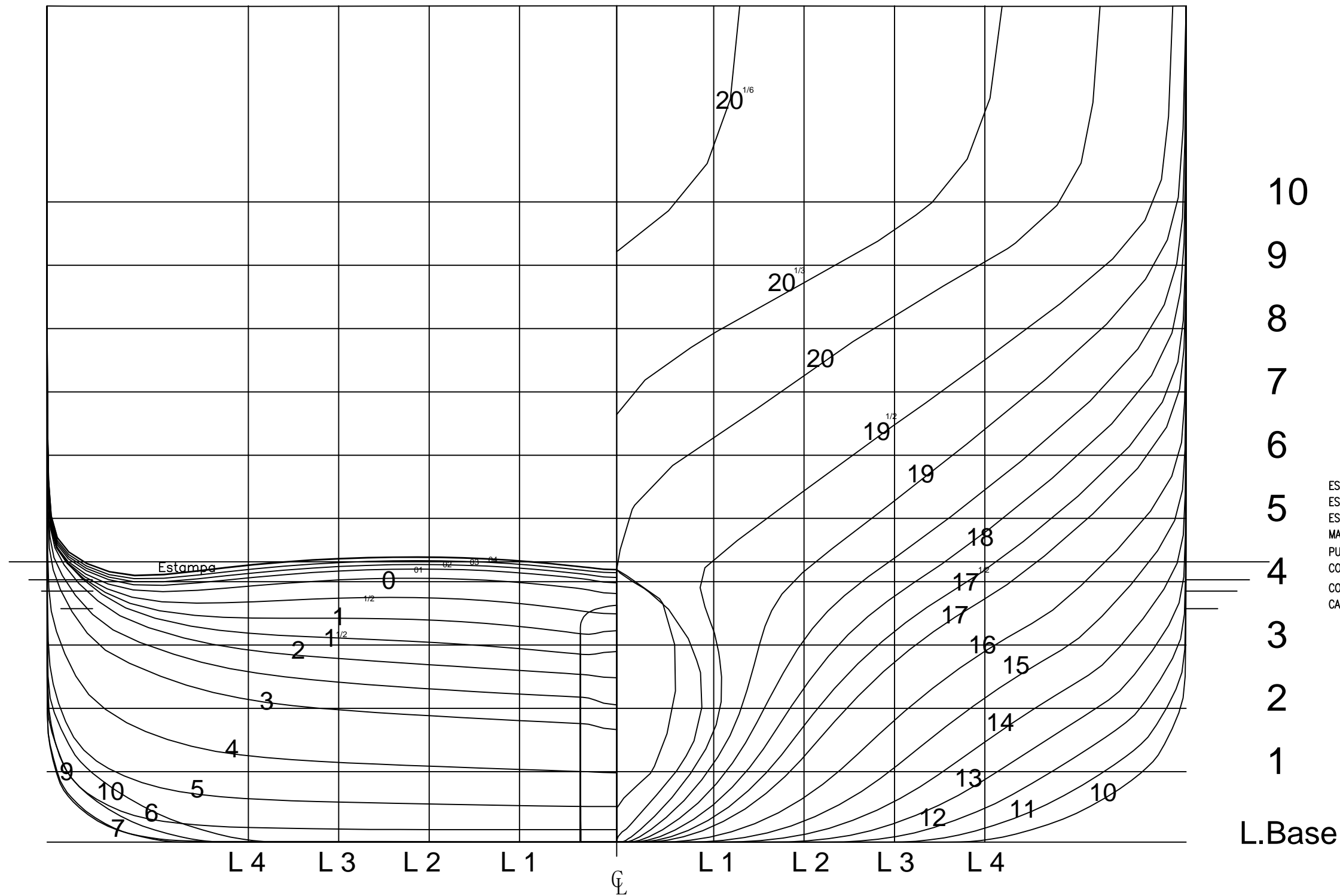
Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:
Noelia López Puentenueva				Nº17-26
Ro-ro 2800 ml			Curso: 2016 -17	Nº Plano: 1
Plano de formas del buque base		Fecha: 27/03/2017	Escala: 1:500	Hoja: 1



CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL	LOA	194.632	M
ESLORA EN LA FLOTACION	LWL	189.764	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP	179.700	M
MANGA DE TRAZADO	B	25.200	M
PUNTAL DE TRAZADO	D	8.3	M
COEFICIENTE DE BLOQUE	CB	0.649	-
COEFICIENTE DE SECCION MAXIMA	CM	0.982	-
CALADO DE PROYECTO	T	6.200	M

Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA			Código:
Noelia López Puentenueva					Nº17-26
Ro-ro 2800 ml				Curso: 2016 -17	Nº Plano: 1
Plano de formas del buque proyecto			Fecha: 27/03/2017	Escala: 1:600	Hoja: 1



### CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL	LOA	194.632	M
ESLORA EN LA FLOTACION	LWL	189.764	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP	179.700	M
MANGA DE TRAZADO	B	25.200	M
PUNTAL DE TRAZADO	D	8.3	M
COEFICIENTE DE BLOQUE	CB	0.649	-
COEFICIENTE DE SECCION MAXIMA	CM	0.982	-
CALADO DE PROYECTO	T	6.200	M

Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:
Noelia López Puentenueva				Nº17-26
Ro-ro 2800 ml			Curso: 2016 -17	Nº Plano: 1
Plano de formas del buque proyecto		Fecha: 27/03/2017	Escala: 1:100	Hoja: 2



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2017/2018**

---

# Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno n°4:**

**CÁLCULOS DE ARQUITECTURA NAVAL**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018



## Cdno.4 Cálculos de Arquitectura Naval

---

### RESUMEN

En este cuaderno se estudia la estabilidad del buque en estado intacto mediante un análisis de la curva de estabilidad estática y de altura metacéntrica y valores hidrostáticos. Se determina el compartimentado del buque respetando la longitud de eslora inundable y se sitúan los tanques en el buque de acuerdo al volumen y funcionalidad de los mismos. La definición volumétrica de los tanques se utilizará el Cuaderno 5 para determinar cada condición de carga.

De los cálculos se obtiene que el buque es más estable a trimados negativos.

Neste libro estúdase a estabilidade do buque nun estado intacto mediante unha análise da curva de estabilidade estática e da altura metacéntrica e dos valores hidrostáticos. A subdivisión do buque determínase respectando a lonxitude da eslora inundable e os tanques situados no buque segundo o volume e funcionalidade destes. A definición volumétrica dos tanques empregarase no Caderno 5 para determinar cada condición de carga.

A partir dos cálculos obtense que o buque é máis estable aos trimados negativos.

In this book the stability of the ship in an intact state is studied by means of an analysis of the static stability and metacentric height and hydrostatic values. The subdivision of the ship is determined respecting the length of floodable length and the tanks are placed in the ship of according to the volume and functionality thereof. The volumetric definition of tanks shall be used in Binder 5 to determine each loading condition.

From the calculations it is obtained that the ship is more stable to negative trimados.







**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Cálculos de hidrostáticas (carenas rectas)</b>	<b>2</b>
<b>3. Cálculos de curvas KN (carenas inclinadas)</b>	<b>2</b>
<b>4. Zona estanca y puntos de inundación progresiva</b>	<b>6</b>
<b>5. Compartimentado</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Compartimentado longitudinal</b>	<b>7</b>
5.1.1 Mamparo de colisión y pique de popa	8
<b>5.2 Compartimentado transversal</b>	<b>11</b>
<b>5.3 Compartimentado vertical</b>	<b>11</b>
<b>6. Tanques y capacidades</b>	<b>11</b>
<b>6.1 Tanques de combustible</b>	<b>11</b>
6.1.1 Consumo y capacidad de almacenamiento de MDF	11
6.1.2 Tanques de servicio diario	12
6.1.4 Tanques de sedimentación	13
6.1.5 Tanques de almacén	13
6.1.6 Tanques de reboses	14
<b>6.2 Tanques de aceite</b>	<b>14</b>
<b>6.3 Tanques de agua dulce</b>	<b>15</b>
<b>6.4 Tanques antiescora</b>	<b>15</b>
<b>6.5 Tanques de lastre</b>	<b>15</b>
<b>6.6 Otros tanques</b>	<b>15</b>
<b>6.7 Carga útil</b>	<b>16</b>
<b>6.8 Distribución de tanques</b>	<b>17</b>
<b>6.9 Conclusiones</b>	<b>19</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>20</b>

### Anexo I: Cálculos hidrostáticos

<b>1. Cálculos hidrostáticos para asiento 0 m (+ a popa)</b>	<b>1</b>
<b>2. Cálculos hidrostáticos para asiento - 0,5 m (+ a popa)</b>	<b>3</b>
<b>3. Cálculos hidrostáticos para asiento 0,5 m (+ a popa)</b>	<b>5</b>

### Anexo II: Curvas KN`s

<b>1. Curvas KN para asiento 0 m (+ a popa)</b>	<b>1</b>
<b>2. Cálculos KN`s para asiento - 0,5 m (+ a popa)</b>	<b>3</b>
<b>3. Cálculos KN`s para asiento 0,5 m (+ a popa)</b>	<b>5</b>

Anexo III: Puntos PIP y zona estanca

Anexo IV: Plano de tanques

Anexo V: Tablas de tanques

## 1. Introducción

En este cuaderno se estudia la estabilidad del buque en estado intacto mediante un análisis de la curva de estabilidad estática y de altura metacéntrica y valores hidrostáticos obtenidos con el módulo de "Stability". En caso de avería se ha de estudiar realizando un cálculo probabilístico o determinístico pero no es objeto de este cuaderno. No obstante se subdividirá el casco en compartimentos estancos para prevenir la inundación en el caso perjudicial de avería.

El compartimentado se realizará considerando las zonas estancas, disposición de mamparos transversales de acuerdo a SS.CC y SOLAS, ubicación de las cuadernas. Los tanques serán dispuestos en base a su capacidad y tipo de líquido en su interior.

Las características del buque proyecto definidas en el cuaderno de Formas son las siguientes:

**Tabla 1: Dimensiones finales**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Puntal a la cubierta principal (D)	8,3 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
Velocidad	25 nudos

## 2. Cálculos de hidrostáticas (carenas rectas)

Las hidrostáticas relacionan parámetros que dependen de las formas para un calado dado. Se calculará desde 5 m., cota en la que la hélice estaría sumergida hasta un calado de 8,3 m coincidiendo con la cubierta principal, en intervalos de 0,3 m y para los trimados a popa de 0 m; 0,5,-0,5 m

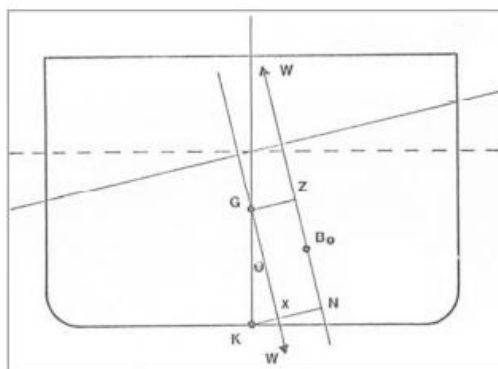
Los informes con los valores resultantes de Maxsurf se encuentran en el Anexo I.

## 3. Cálculos de curvas KN (carenas inclinadas)

Las curvas KN se calculan en función del desplazamiento y ángulos de escora a diferentes calados del buque. Los valores resultantes sirven para obtener los brazos de adrizamiento GZ de una situación de carga determinada por su desplazamiento y centro de gravedad.

$$GZ = KN - KG \cdot \sin\theta$$

Figura 1: Definición de KN



En el Anexo II se encuentran los valores obtenidos de Maxsurf de las curvas de KN para distintos desplazamientos, calados y trimados. En la siguiente tabla se simplifica se recogen para los tres trimados citados anteriormente.

Tabla 2: Curvas KN a trimado -0,5 m (+ a popa)

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Starb.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 5,0 deg. Port.	KN 10,0 deg. Port.	KN 15,0 deg. Port.	KN 20,0 deg. Port.	KN 25,0 deg. Port.	KN 30,0 deg. Port.	KN 40,0 deg. Port.	KN 50,0 deg. Port.
13792	5,000	-0,500 (fixed)	90,068	0,000	1,311	2,639	3,938	5,157	6,246	7,187	8,728	10,019	1,311	2,639	3,938	5,157	6,246	7,187	8,728	10,019
14443	5,174	-0,500 (fixed)	89,867	0,000	1,301	2,615	3,898	5,109	6,202	7,152	8,716	10,028	1,301	2,615	3,898	5,109	6,202	7,152	8,716	10,028
15106	5,347	-0,500 (fixed)	89,653	0,000	1,292	2,593	3,860	5,063	6,158	7,118	8,705	10,037	1,292	2,593	3,860	5,063	6,158	7,118	8,705	10,037
15781	5,521	-0,500 (fixed)	89,425	0,000	1,286	2,572	3,824	5,019	6,116	7,085	8,695	10,048	1,286	2,572	3,824	5,019	6,116	7,085	8,695	10,048
16469	5,695	-0,500 (fixed)	89,180	0,000	1,280	2,552	3,790	4,977	6,075	7,054	8,687	10,061	1,280	2,552	3,790	4,977	6,075	7,054	8,687	10,061
17169	5,868	-0,500 (fixed)	88,918	0,000	1,275	2,532	3,758	4,937	6,036	7,023	8,680	10,076	1,275	2,532	3,758	4,937	6,036	7,023	8,680	10,076
17884	6,042	-0,500 (fixed)	88,639	0,000	1,270	2,514	3,727	4,898	5,998	6,994	8,674	10,093	1,270	2,514	3,727	4,898	5,998	6,994	8,674	10,093
18615	6,216	-0,500 (fixed)	88,335	0,000	1,264	2,496	3,697	4,861	5,961	6,965	8,669	10,111	1,264	2,496	3,697	4,861	5,961	6,965	8,669	10,111
19364	6,389	-0,500 (fixed)	87,996	0,000	1,258	2,478	3,668	4,825	5,925	6,937	8,665	10,131	1,258	2,478	3,668	4,825	5,925	6,937	8,665	10,131
20131	6,563	-0,500 (fixed)	87,630	0,000	1,250	2,460	3,641	4,790	5,890	6,909	8,662	10,152	1,250	2,460	3,641	4,790	5,890	6,909	8,662	10,152
20907	6,737	-0,500 (fixed)	87,273	0,000	1,242	2,442	3,614	4,757	5,857	6,883	8,660	10,174	1,242	2,442	3,614	4,757	5,857	6,883	8,660	10,174
21689	6,911	-0,500 (fixed)	86,946	0,000	1,232	2,425	3,589	4,726	5,825	6,858	8,659	10,194	1,232	2,425	3,589	4,726	5,825	6,858	8,659	10,194
22474	7,085	-0,500 (fixed)	86,650	0,000	1,221	2,408	3,565	4,697	5,795	6,834	8,658	10,211	1,221	2,408	3,565	4,697	5,795	6,834	8,658	10,211
23262	7,258	-0,500 (fixed)	86,382	0,000	1,208	2,391	3,542	4,669	5,767	6,811	8,658	10,223	1,208	2,391	3,542	4,669	5,767	6,811	8,658	10,223
24054	7,432	-0,500 (fixed)	86,140	0,000	1,196	2,374	3,520	4,643	5,740	6,789	8,659	10,231	1,196	2,374	3,520	4,643	5,740	6,789	8,659	10,231
24849	7,606	-0,500 (fixed)	85,921	0,000	1,185	2,357	3,499	4,618	5,715	6,769	8,661	10,234	1,185	2,357	3,499	4,618	5,715	6,769	8,661	10,234
25647	7,779	-0,500 (fixed)	85,723	0,000	1,174	2,340	3,478	4,595	5,691	6,749	8,663	10,234	1,174	2,340	3,478	4,595	5,691	6,749	8,663	10,234
26448	7,953	-0,500 (fixed)	85,545	0,000	1,164	2,323	3,459	4,573	5,668	6,731	8,665	10,230	1,164	2,323	3,459	4,573	5,668	6,731	8,665	10,230
27251	8,127	-0,500 (fixed)	85,384	0,000	1,154	2,307	3,440	4,552	5,647	6,713	8,667	10,223	1,154	2,307	3,440	4,552	5,647	6,713	8,667	10,223
28057	8,300	-0,500 (fixed)	85,239	0,000	1,146	2,291	3,422	4,533	5,627	6,696	8,670	10,213	1,146	2,291	3,422	4,533	5,627	6,696	8,670	10,213

Tabla 3: Curvas KN a trimado 0 m (+ a popa)

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Starb.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 5,0 deg. Port.	KN 10,0 deg. Port.	KN 15,0 deg. Port.	KN 20,0 deg. Port.	KN 25,0 deg. Port.	KN 30,0 deg. Port.	KN 40,0 deg. Port.	KN 50,0 deg. Port.
13840	5,000	0,000	88,595	0,000	1,321	2,648	3,937	5,146	6,224	7,150	8,672	9,960	1,321	2,648	3,937	5,146	6,224	7,150	8,672	9,960
14499	5,174	0,000		0,000	1,312	2,622	3,897	5,100	6,183	7,120	8,666	9,979	1,312	2,622	3,897	5,100	6,183	7,120	8,666	9,979
15171	5,347	0,000		0,000	1,304	2,599	3,859	5,055	6,142	7,092	8,661	9,997	1,304	2,599	3,859	5,055	6,142	7,092	8,661	9,997
15856	5,521	0,000		0,000	1,298	2,577	3,823	5,012	6,103	7,064	8,658	10,015	1,298	2,577	3,823	5,012	6,103	7,064	8,658	10,015
16554	5,695	0,000		0,000	1,291	2,557	3,789	4,971	6,065	7,037	8,656	10,032	1,291	2,557	3,789	4,971	6,065	7,037	8,656	10,032
17268	5,868	0,000		0,000	1,285	2,537	3,757	4,932	6,027	7,010	8,655	10,051	1,285	2,537	3,757	4,932	6,027	7,010	8,655	10,051
17998	6,042	0,000		0,000	1,279	2,518	3,726	4,894	5,991	6,984	8,655	10,071	1,279	2,518	3,726	4,894	5,991	6,984	8,655	10,071
18748	6,216	0,000	88,393	0,000	1,272	2,500	3,696	4,857	5,955	6,958	8,656	10,094	1,272	2,500	3,696	4,857	5,955	6,958	8,656	10,094
19512	6,389	0,000	88,173	0,000	1,263	2,481	3,668	4,821	5,920	6,932	8,658	10,119	1,263	2,481	3,668	4,821	5,920	6,932	8,658	10,119
20283	6,564	0,000	87,932	0,000	1,253	2,463	3,640	4,787	5,886	6,907	8,659	10,144	1,253	2,463	3,640	4,787	5,886	6,907	8,659	10,144
21057	6,737	0,000	87,670	0,000	1,242	2,444	3,613	4,755	5,854	6,882	8,661	10,170	1,242	2,444	3,613	4,755	5,854	6,882	8,661	10,170
21836	6,911	0,000	87,382	0,000	1,228	2,425	3,588	4,724	5,822	6,857	8,663	10,193	1,228	2,425	3,588	4,724	5,822	6,857	8,663	10,193
22618	7,085	0,000	87,056	0,000	1,215	2,406	3,563	4,694	5,792	6,833	8,664	10,213	1,215	2,406	3,563	4,694	5,792	6,833	8,664	10,213
23404	7,258	0,000	84,893	0,000	1,202	2,387	3,539	4,666	5,763	6,809	8,666	10,228	1,202	2,387	3,539	4,666	5,763	6,809	8,666	10,228
24193	7,432	0,000	84,689	0,000	1,190	2,368	3,516	4,639	5,735	6,787	8,667	10,238	1,190	2,368	3,516	4,639	5,735	6,787	8,667	10,238
24984	7,606	0,000	84,506	0,000	1,178	2,349	3,494	4,613	5,709	6,765	8,669	10,243	1,178	2,349	3,494	4,613	5,709	6,765	8,669	10,243
25779	7,779	0,000	84,342	0,000	1,167	2,330	3,472	4,589	5,684	6,745	8,670	10,244	1,167	2,330	3,472	4,589	5,684	6,745	8,670	10,244
26577	7,953	0,000	84,196	0,000	1,158	2,313	3,451	4,566	5,661	6,725	8,672	10,241	1,158	2,313	3,451	4,566	5,661	6,725	8,672	10,241
27378	8,127	0,000	84,065	0,000	1,148	2,296	3,431	4,544	5,639	6,706	8,674	10,234	1,148	2,296	3,431	4,544	5,639	6,706	8,674	10,234
28181	8,300	0,000	83,950	0,000	1,140	2,280	3,412	4,524	5,618	6,689	8,675	10,224	1,140	2,280	3,412	4,524	5,618	6,689	8,675	10,224



**Tabla 4: Curvas KN a trimado 0,5 m (+ a popa)**

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Starb.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 5,0 deg. Port.	KN 10,0 deg. Port.	KN 15,0 deg. Port.	KN 20,0 deg. Port.	KN 25,0 deg. Port.	KN 30,0 deg. Port.	KN 40,0 deg. Port.	KN 50,0 deg. Port.
13905	5,000	0,500	87,065	0,000	1,311	2,639	3,938	5,157	6,246	7,187	8,728	10,019	1,311	2,639	3,938	5,157	6,246	7,187	8,728	10,019
14573	5,174	0,500	86,856	0,000	1,301	2,615	3,898	5,109	6,202	7,152	8,716	10,028	1,301	2,615	3,898	5,109	6,202	7,152	8,716	10,028
15256	5,347	0,500	86,621	0,000	1,292	2,593	3,860	5,063	6,158	7,118	8,705	10,037	1,292	2,593	3,860	5,063	6,158	7,118	8,705	10,037
15953	5,521	0,500	86,360	0,000	1,286	2,572	3,824	5,019	6,116	7,085	8,695	10,048	1,286	2,572	3,824	5,019	6,116	7,085	8,695	10,048
16667	5,695	0,500	86,061	0,000	1,280	2,552	3,790	4,977	6,075	7,054	8,687	10,061	1,280	2,552	3,790	4,977	6,075	7,054	8,687	10,061
17399	5,868	0,500	85,718	0,000	1,275	2,532	3,758	4,937	6,036	7,023	8,680	10,076	1,275	2,532	3,758	4,937	6,036	7,023	8,680	10,076
18150	6,042	0,500	85,340	0,000	1,270	2,514	3,727	4,898	5,998	6,994	8,674	10,093	1,270	2,514	3,727	4,898	5,998	6,994	8,674	10,093
18909	6,216	0,500	84,975	0,000	1,264	2,496	3,697	4,861	5,961	6,965	8,669	10,111	1,264	2,496	3,697	4,861	5,961	6,965	8,669	10,111
19672	6,390	0,500	84,642	0,000	1,258	2,478	3,668	4,825	5,925	6,937	8,665	10,131	1,258	2,478	3,668	4,825	5,925	6,937	8,665	10,131
20440	6,564	0,500	84,343	0,000	1,250	2,460	3,641	4,790	5,890	6,909	8,662	10,152	1,250	2,460	3,641	4,790	5,890	6,909	8,662	10,152
21212	6,737	0,500	84,076	0,000	1,242	2,442	3,614	4,757	5,857	6,883	8,660	10,174	1,242	2,442	3,614	4,757	5,857	6,883	8,660	10,174
21988	6,911	0,500	83,837	0,000	1,232	2,425	3,589	4,726	5,825	6,858	8,659	10,194	1,232	2,425	3,589	4,726	5,825	6,858	8,659	10,194
22767	7,085	0,500	83,624	0,000	1,221	2,408	3,565	4,697	5,795	6,834	8,658	10,211	1,221	2,408	3,565	4,697	5,795	6,834	8,658	10,211
23549	7,258	0,500	83,434	0,000	1,208	2,391	3,542	4,669	5,767	6,811	8,658	10,223	1,208	2,391	3,542	4,669	5,767	6,811	8,658	10,223
24335	7,432	0,500	83,266	0,000	1,196	2,374	3,520	4,643	5,740	6,789	8,659	10,231	1,196	2,374	3,520	4,643	5,740	6,789	8,659	10,231
25124	7,606	0,500	83,117	0,000	1,185	2,357	3,499	4,618	5,715	6,769	8,661	10,234	1,185	2,357	3,499	4,618	5,715	6,769	8,661	10,234
25916	7,779	0,500	82,986	0,000	1,174	2,340	3,478	4,595	5,691	6,749	8,663	10,234	1,174	2,340	3,478	4,595	5,691	6,749	8,663	10,234
26710	7,953	0,500	82,871	0,000	1,164	2,323	3,459	4,573	5,668	6,731	8,665	10,230	1,164	2,323	3,459	4,573	5,668	6,731	8,665	10,230
27508	8,127	0,500	82,770	0,000	1,154	2,307	3,440	4,552	5,647	6,713	8,667	10,223	1,154	2,307	3,440	4,552	5,647	6,713	8,667	10,223
28308	8,300	0,500	82,682	0,000	1,146	2,291	3,422	4,533	5,627	6,696	8,670	10,213	1,146	2,291	3,422	4,533	5,627	6,696	8,670	10,213

## 4. Zona estanca y puntos de inundación progresiva

Para el cálculo del KN se define la zona estanca del buque como muestra en el plano del Anexo III considerando el volumen del casco bajo la cubierta de francobordo. En estas curvas también se analiza el ángulo límite a partir del cual pierde la estabilidad y la curva GZ no sería válida.

Los puntos de inundación progresiva, son aquellos a partir de los cuales provocarían hundimiento a través de las aberturas en condición de no tener medios de cierre permanentes y estancos o medios habitualmente abiertos, por lo que la ISC-2008, en el Código de Estabilidad Intacta indica que el buque pierde su estabilidad a partir de dicho ángulo.

En este buque se toman los ángulos de inundación progresiva correspondientes a:

- Ventilaciones del guardacalor
- Ventilaciones en costados de proa

En el Anexo III se indica en el plano los puntos de inundación progresiva. Dada una condición de carga se obtiene los ángulos límite para grandes ángulos que se verá en el siguiente cuaderno de Condiciones de carga.

**Figura 2: Puntos de inundación progresiva en Maxsurf**

	Name	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Type	Linked to	Flood from	Intact (use for intact case)	Damage (use for damage cases)
1	VENT guardacalor	42,76	12,7	16,38	Downflooding	None	Sea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	VENT costado ST	158,122	12,7	21,4	Downflooding	None	Sea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	VENT costado ST	158,122	12,7	21,4	Downflooding	None	Sea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## 5. Compartimentado

El espaciado de cuadernas se ha fijado en base a la distancia del extremo de popa a la cuaderna 0 siguiendo espaciados referentes. Mientras que para los extremos según el DNV-GL, *Cap.1, Sec 9.B*, a proa del mamparo de colisión y a popa del mamparo más a popa del pique, el espaciado no excederá de 600 mm, quedando:

- Espacio de cuadernas → 750 mm
- Espaciado a popa del pique de popa → 600 mm
- Espaciado a proa del mamparo de colisión → 600 mm

En este buque se dispone una bodega a 2000 mm sobre la Línea base y una cubierta corrida de carga rodada en la cubierta principal, lo que implica que los mamparos estancos sean continuos hasta la cubierta principal a 8,3 m de la línea base y los mamparos intermedios dispuestos para evitar inundación sean interrumpidos por la bodega.

### 5.1 Compartimentado longitudinal

Se subdivide el espacio separado por mamparos estancos para asegurar estabilidad en caso de avería. Siguiendo a la SS.CC, el buque tendrá un mamparo de colisión, uno de pique de proa y otros mamparos tras espacios de máquinas que separen la maquinaria de los espacios de carga y de la habitación.

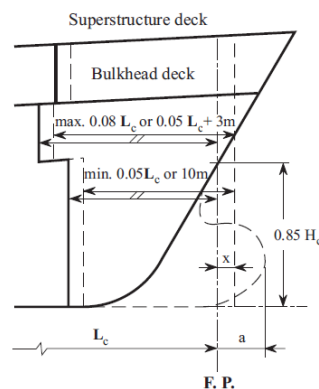
El número de mamparos viene determinado por la estabilidad tras averías y la flotabilidad del buque pero como no analizaremos consideramos el número mínimo de 8 mamparos que indica en el *DNV-GL Part 3,, Cap 2, Sec.2* para  $165 < L \leq 190$ .

### 5.1.1 Mamparo de colisión y pique de popa

#### A) Mamparo de colisión

Según el DNV-GL en Parte 1, Capítulo 1, Sección 27, la posición del mamparo de colisión a popa de la perpendicular de proa, ha de estar en un rango en el que el mínimo ha de ser el menor de  $0,05 L$  o  $10 \text{ m}$ ; y el máximo ha de ser  $0,08 L$  o  $0,05L + 3\text{m}$  como indica la figura.

**Figura 3: Situación del mamparo de colisión**



*Fuente:* Localización del mamparo de colisión

Tomando  $L_c = 182,173 \text{ m}$  (96% de la eslora de flotación), el mamparo de colisión a popa de proa +  $x$  ha de cumplir:

- No sea inferior al valor menor de  $0,05 L_c$  o  $10 \text{ m} \rightarrow 9,1086 \text{ m}$
- Como máximo se tendrá el mayor de  $0,08 L_c$  o  $0,05 L_c + 3 \rightarrow 12,1 \text{ m}$

Se ha de considerar como " $x$ " el valor menor de:

- $1/2 a = 1423,38 \text{ mm}$
  - $0,015 L_c = 2732,59 \text{ mm}$
  - $3 \text{ m}$
- $x \rightarrow 1423,38 \text{ mm}$

Obtenemos para  $x = 1423,38 \text{ mm}$  el valor mínimo y máximo como:

- ➔ mínimo:  $9,0967 - x = 7,6852 \text{ m}$
- ➔ máximo =  $0,08 L_c - x = 13,150 \text{ m}$

Luego para el buque proyecto se sitúa el mamparo a  $8,1 \text{ m}$  de la perpendicular de proa coincidiendo con la cuaderna 231.

B) Pique de popa

Según el libro del “Proyecto básico del buque mercante” la distancia recomendada ha de ser:

$$4\% L_{pp} = 0,04 \cdot 179,7 \text{ m} = 7,188 \text{ m}$$

Con objeto de hacer coincidir con la cuaderna, se situará en la cuaderna 11 a 6,6 m de la perpendicular de popa.

**5.1.2 Mamparos estancos**

Los mamparos estancos estarán posicionados de acuerdo a los siguientes espacios:

A) Cierre de bocina: en el buque referente se encuentra a 24 m de la Perpendicular de popa, aunque en buques con cámara de máquinas a popa no es necesario situarlo en el cierre y se referencia el local de cámara de máquinas más a popa.

B) Cámara de máquinas y auxiliares: en base a buques referentes se sitúa el mamparo más a popa a 30,6 m de la perpendicular, en la cuaderna 43 y el mamparo a proa estará en la cuaderna 78 a 56,849 m de la perpendicular de popa.

El local de los motores auxiliares se localiza a popa del mamparo popel de maquinaria principal, por lo que se sitúa en la cuaderna 30 a 20,850 m de la Ppp. hasta la 47. La maquinaria auxiliar de popa se sitúa entre la cuaderna 190-205. A proa de la maquinaria auxiliar se reserva para la Cámara de Bombas.

C) Local de los propulsorales de proa: tendrá capacidad para alojar a las hélices de 2,2 m de diámetro con margen de cada túnel de 400 mm cada lado lo que supone 3 m. de diámetro reservado por túnel. Se sitúa entre las cuadernas 217-235.

Se disponen mamparos intermedios bajo la bodega distanciados 12 cuadernas cuando el espacio lo permita. Se distribuyen los mamparos estancos manteniendo la distancia mínima de extensión de avería  $1/3 L^{2/3} = 10,732 \text{ m}$ . De acuerdo al *SOLAS, Part 2, Regla 9. 8*. Se disponen más de 8 mamparos estancos como indica en el *DNV GL, Part 3, Chapter 2, Section 2, Rule 1*.

**Figura 3: Mamparos de compartimentado**

#	Distancia de la Ppp (mm)	Concepto
11	7349	Pique de popa
27	18599	Mamparo estanco MM.AA
43	30600	Mamparo estanco MM.PP
78	56850	Mamparo estanco
94	68849	Mamparo estanco
112	82350	Mamparo estanco
190	140850	Mamparo estanco Cámara bombas
205	152100	Mamparo estanco MM.AA
220	163350	Mamparo local propulsores maniobra
231	171600	Mamparo de colisión

## 5.2 Compartimentado transversal

Se dispone de doble casco en la zona de la bodega hasta proa que se extingue hasta la cubierta principal. Por otra parte se encuentran espacios vacíos en base a buque referente.

## 5.3 Compartimentado vertical

### 5.3.1 Doble fondo

Según el reglamento, la altura mínima del doble fondo será mínimo de 760 mm y no máximo de 2000 mm correspondiendo a la siguiente fórmula:

$$h = 1000 \cdot B/20 \text{ (mm)}$$

En este caso aplicando la manga (B)= 25,2 m resulta DDF, altura de doble fondo igual a:

$$D_{DF \text{ (reglamento)}} = 1260 \text{ mm}$$

Dado que la altura de doble fondo de los buques de referencia oscila sobre 2500 mm., siguiendo la normativa *DNV GL Pt.3, Ch.1, Sec.6 Bottom structures*, la altura no ha de exceder 2000 mm por lo que se tomará el valor máximo como altura de doble fondo final:

$$D_{DF \text{ (final)}} = 2000 \text{ mm}$$

Para evitar inclinación de la línea de ejes se sitúa el doble fondo de la Cámara de Máquinas a 1,6 m. El doble fondo de los tanques de MDF será de 1 m bajo el cumplimiento de SOLAS, Anexo I, regla 12A para cubrir el volumen requerido.

## 6. Tanques y capacidades

Se dimensionan los tanques de diesel oil, aceite, lastre, etc, para satisfacer los requerimientos del proyecto para autonomía de 8500 millas con diésel oil y 2000 millas con LNG.

### 6.1 Tanques de combustible

Según se indica en MARPOL, "Anexo I, Capítulo 3, Regla 12A" para el caso del proyecto de capacidad superior a 600 m<sup>3</sup> han de estar situados a una distancia mínima de 0,76 m del fondo y costado. Se estudia el consumo de tanques MDF pero no de LNG puesto que el tanque de dicho combustible se encuentra sobre la cubierta superior y no afecta al compartimentado.

#### 6.1.1 Consumo y capacidad de almacenamiento de MDF

El combustible de MDF será utilizado para MM.PP y MM.AA. El consumo de los motores principales es calculado mientras que para los motores auxiliares se estima al 4% del consumo principal por desconocimiento de horas de operación de los auxiliares.

Calculando lo siguiente obtendremos el consumo:

$$C_{MDF} = C_e \cdot P \cdot A$$

$C_e$ , Consumo específico. Se toma el valor de 183 g/Kwh

P, Potencia instalada de servicio = 54960 Kw. x Margen de servicio (0,85). P= 46716 Kw.

A, Autonomía.  $A = \frac{8500 \text{ mn}}{25 \text{ kn}} = 340 \text{ h}$

$$C_{MDF\_MMPP} = 2906,7 \text{ t} \quad C_{MDF\_MMAA} = 116,3 \text{ t}$$

Partiendo del consumo mínimo requerido se obtiene el volumen total de combustible sin márgenes.

$$V_{MDF} = \frac{C_{MDF\_total}}{\rho} = 3358,9 \text{ m}^3$$

Para el volumen del tanque se considera el margen de 4% por refuerzos quedando en lo siguiente:

$$C_{MDF} = 3023 \text{ t} \quad V_{total} = 3493,256 \text{ m}^3$$

### 6.1.2 Tanques de servicio diario

Cada uno de los dos tanques de MDF ha de tener capacidad para 8 horas de operación a consumo máximo según fabricante. Para un consumo de 183 g/Kwh suponen una capacidad de 68,392 t. Tomando un margen de 4 % por refuerzos supone un volumen total de 79,031 m<sup>3</sup>. Se tiene:



**Tabla 4: Dimensionamiento tanques de servicio diario MDF**

Capacidad de almacenamiento	34,196 t
Volumen de tanque requerido	38 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	39,515 m <sup>3</sup>

El tanque de MDF mantendrá una temperatura de 20-40 °C.

#### 6.1.4 Tanques de sedimentación

Se utilizan dos tanques separados. La capacidad del tanque ha de ser suficiente para un mínimo de 24 horas de operación al máximo consumo, según recomienda el fabricante.

El tanque tendrá el fondo inclinado para facilitar el drenaje de los lodos. El tanque de MDF mantendrá una temperatura 20-40 °C.

Se considera un margen de un 2% debido a dilatación, 2% debido a la estructura y una 10% adicional por el almacenamiento de lodos.

**Tabla 6: Dimensionamiento tanques de sedimentación**

	MDF
Capacidad de almacenamiento	205,177 t
Volumen de tanque requerido	113,987 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	129,945 m <sup>3</sup>

#### 6.1.5 Tanques de almacén

Se dispondrán seis tanques para MDF. La capacidad mínima se obtiene de la diferencia de capacidad de consumo con los tanques de servicio diario y sedimentación (16 horas de operación). El volumen mínimo requerido de cada tanque de MDF de 149,957m<sup>3</sup>. Se dimensiona con los valores obtenidos para la operación indicados en el apartado 6.1.1

**Tabla 7: Dimensionamiento tanques de almacén**

	MDF
Capacidad de almacenamiento	1511,9 t
Volumen de tanque requerido por linea	1679,409 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado por linea	1746,585 m <sup>3</sup>

#### 6.1.6 Tanques de reboses

Se sitúa bajo el local de Cámara de Máquinas. Se calcula la capacidad para 5 horas de funcionamiento. Se indica volúmenes totales de tanque.

**Tabla 8: Dimensionamiento tanques de reboses**

	MDF
Capacidad de almacenamiento	42,745 t
Volumen de tanque requerido	47,495 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	49,394 m <sup>3</sup>

#### 6.2 Tanques de aceite

Están situados en el doble fondo bajo los MMPP de los que se distinguen:

- 4 tanques de servicio diario de capacidad 23 m<sup>3</sup>. Se dispondrá un tanque por cada motor. El fabricante recomienda la capacidad de 23 m<sup>3</sup> por tanque al que se le aplicará un margen del 4% por estructura y dilataciones y resulta en un volumen requerido de 23,92 m<sup>3</sup>.

**Tabla 9: Dimensionamiento tanque de servicio de aceite**

	MM.PP	MM.AA
Capacidad almacenamiento tanque	23 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>
Capacidad almacenamiento total	92 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>
Capacidad servicio LO tanque	18,4 m <sup>3</sup>	1,6 m <sup>3</sup>
Capacidad servicio LO total	73,6 m <sup>3</sup>	3,2 m <sup>3</sup>
Volumen requerido tanque	23,92 m <sup>3</sup>	2,08 m <sup>3</sup>
Volumen requerido total	95,68 m <sup>3</sup>	4,16 m <sup>3</sup>

- 2 tanques de almacén con capacidad de 23 m<sup>3</sup>.
- 1 tanque de aceite sucio de capacidad de 46 m<sup>3</sup>.

### 6.3 Tanques de agua dulce

Se estima un consumo de 175 l/persona diario para la autonomía del buque según recomienda UNE-EN-ISO 15748-2:2002. El almacenamiento requerido de 91,875 t se distribuirá en un tanque.

La capacidad de los tanques se dimensionará con un margen de 4% para compensar correcciones por estructura y dilataciones, resultando en una *capacidad de almacenamiento real* de **95,55 ton.**

### 6.4 Tanques antiescora

Los tanques antiescora son simétricos y se disponen en la parte central del buque cuentan con una capacidad de 360 m<sup>3</sup> y contendrán 146 m<sup>3</sup> de agua dulce cada tanque para prevenir corrosiones estructurales. Están comunicados mediante tuberías en el doble fondo para desplazar el agua a una banda u otra según escora.

### 6.5 Tanques de lastre

El llenado de estos tanques se adaptará a las condiciones de carga para asegurar la estabilidad del buque e inmersión de la hélice.

Se sitúan bajo la cubierta principal y en posibles espacios vacíos. La capacidad total de volumen dimensionado con márgenes es 3810,286 m<sup>3</sup> es distribuida en la zona del doble fondo, costados para compensar desplazamientos del centro de gravedad que produzcan escoras y en el pique de proa como protección del casco en caso de colisión.

Este volumen es resultante de la diferencia del peso en rosca estimado menos el obtenido en Maxsurf, menos el 10% del peso en consumos.

### 6.6 Otros tanques

- Tanque de lodos, de capacidad de 20,03 m<sup>3</sup> próximo al local de purificadoras. El volumen de desechos a almacenar se obtiene mediante la expresión de MARPOL (Anexo I, Regla 12, Interpretación 16).

$$V = K \cdot C \cdot D$$

K = 0,01 debido al proceso de purificado del combustible.

C = 143,155 t. Consumo medio diario de MDF.

D = 9, duración máxima del viaje en días hasta el puerto de descarga de lodos.

Se aplica un 4% de margen en volumen por estructura y dilataciones. Se considera el valor medio de cada combustible.

**Tabla 10: Dimensionamiento tanque de lodos**

Capacidad de almacenamiento	12,88 t
Volumen de tanque requerido	14,123 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	14,688 m <sup>3</sup>

- Tanque de aguas oleosas, de capacidad 12 m<sup>3</sup> a babor situado en la cuaderna 84-88, en el doble fondo bajo Cámara de Máquinas.
- Tanque central de aguas grises y otro de aguas negras de 1,5 m<sup>3</sup> en la planta séptica.
- Tanque de almacenamiento de agua técnica para servicios auxiliares de propulsión de 36 m<sup>3</sup> según buques referentes.

## 6.7 Carga útil

Según el RPA ha de tener la capacidad de carga para 2800 ml por lo que se distribuye en 2575 m.l para tráiler en módulos de 14,3 m con 3 m. ancho de carril y 225 m.l para coches. La carga se distribuye en la bodega, cubierta principal, cubierta de coches fija, cubierta elevable y sobre la cubierta superior como indica la tabla los máximos en manga y eslora.

**Tabla15: Resumen de distribución de carga**

	NTL	NTB	Total TL	NCL	NCB	Total Car
<b>Bodega</b>	4	5	17			
<b>Cbta. Principal</b>	11	7	66			
<b>Cbta. Superior</b>	8	7	48			
<b>Cbta. Fija</b>				9	6	50
<b>Cbta. elevable</b>	8	7	49			

En este cuaderno, a la parte estanca solo afecta la bodega como carga útil, por lo que el área requerida con un margen del 20% es:

$$A_{requerida} = 14,3 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 17 = 875,16 \text{ m}^2$$

Aplicando márgenes según buque referencia se comprueba la capacidad de módulos:

$$NTL_{HOLD} = \frac{L_{ppi} \cdot 80\%}{14,3} = 3,07 \rightarrow 3 \text{ trailer}$$

$$NTB_{HOLD} = B_{ij} \frac{80\%}{3} = 6,45 \rightarrow 6 \text{ trailer}$$

$$NT_{HOLD} = NTL_{hold} \cdot NTB_{hold} = 18 \text{ trailer}$$

## 6.8 Distribución de tanques

A continuación se muestra el compartimentado introducido en Maxsurf Stability. Las tablas sondas de los tanques extraídas de los tanques se muestran en el Anexo V.

Cuaderno N°4: Cálculos de Arquitectura Naval  
Noelia López Puentenueva

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m	A.Stbd. m	A.Top m	A.Bott. m
1	Maquinaria Aux. pp	Compart	100	100			none	18,599	30,6	-13	13	8,3	4,42	0	0	0	0
2	Pique pr lastre	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	171,6	184,19	-13	13	8,3	-1	0	0	0	0
3	Pique pp	Compart	100	100			none	-9,954	7,35	-13	13	8,3	5,497	0	0	0	0
4	Cámara de Máquinas	Compart	100	100			none	30,6	56,85	-13	13	8,3	1,6	0	0	0	0
5	Maquinaria Aux. pr1	Compart	100	100			none	140,85	152,1	-13	13	5,16	2	0	0	0	0
6	Maquinaria Aux. pr2	Compart	100	100			none	140,85	152,1	-13	13	8,3	5,16	0	0	0	0
7	Cámara bombas 1	Compart	100	100			none	152,1	163,34	-10	10	5,16	2	0	0	0	0
8	Cámara bombas 2	Compart	100	100			none	152,1	163,34	-13	13	8,3	5,16	0	0	0	0
9	Local propulsores maniobra	Compart	100	100			none	163,349	171,6	-10	10	8,3	4,77	0	0	0	0
10	Control de carga	Compart	100	100			none	181,031	184,86	-10	10	18,5	14,546	0	0	0	0
11	Pañoles y cadenas	Compart	100	100			none	171,6	177,58	-10	10	18,5	8,3	0	0	0	0
12	Puerta Proa	Compart	100	100			none	177,564	184,86	-10	10	14,456	8,3	0	0	0	0
13	Doble fondo 1	Compart	100	100			none	30,6	56,85	-10	10	1,6	0	0	0	0	0
14	Doble fondo 2	Compart	100	100			none	56,85	81,6	-11,45	11,45	1	0	0	0	0	0
15	Doble fondo 3	Compart	100	100			none	81,6	163,34	-11,45	11,45	2	0	0	0	0	0
16	Bodega superior	Compart	100	100			none	-9,954	171,6	-12,5	12,5	18,5	8,3	0	0	0	0
17	Agua dulce	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	158,099	163,35	-2,7	2,7	7,5	3,5	0	0	0	0
18	S.Diario MDF Er	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	8,058	12,554	0	8	8,1	6,1	0	0	0	0
19	S.Diario MDF Br	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	8,058	12,554	-8	0	8,1	6,1	0	0	0	0
20	Lastre pp1	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	22,399	30,6	0	7	4,42	2,2	0	0	0	3,2
21	Lastre pp2	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	22,399	30,6	-7	0	4,42	2,2	0	0	0	3,2
22	Acete Impio MM.AA	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	18,599	20,559	0	2,584	8,1	4,1	0	0	0	0
23	Acete sucio MM.AA	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	18,559	20,559	-2,584	0	8,1	4,1	0	0	0	0
24	Reboses MDF	Tank	98	98	1		none	8,058	12,554	-8	0	8,1	4,1	0	0	0	0
25	Reboses MDF	Tank	98	98	1		none	8,058	12,554	0	8	8,1	4,1	0	0	0	0
26	Almacén MDF Er	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	56,85	68,85	1	11,3	8	1	0	0	0	0
27	Almacén MDF Br	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	56,85	68,85	-11,3	-1	8	1	0	0	0	0
28	Almacén MDF Br1	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	68,85	74,85	-11,3	-1	8	1	0	0	0	0
29	Almacén MDF Er1	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	68,85	74,85	1	11,3	8	1	0	0	0	0
30	Almacén MDF Br11	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	74,85	81,6	-9	-1	8	1	0	0	0	0
31	Almacén MDF Er11	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	74,85	81,6	1	9	8	1	0	0	0	0
32	Lastre pp br	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	18,599	30,6	-13	-9,596	8	-1	0	0	0	0
33	Sedimentación MDF Er	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	8,058	18,599	8	13	8	4	0	0	0	0
34	Sedimentación MDF Br	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	8,058	18,599	-13	-8	8	-1	0	0	0	0
35	Lastre C1	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	83,746	101,09	-8,5	-1	2	-1	-9	0	0	0
36	Lastre C1	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	83,746	101,09	1	8,5	2	-1	0	9	0	0
37	Lastre C2	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	101,099	110,85	-8	-1	2	-1	-8,5	0	0	0
38	Lastre C2	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	101,099	110,85	1	8	2	-1	0	8,5	0	0
39	Lastre C3	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	110,85	119,85	-7,5	-1	2	-1	-8	0	0	0

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m	A.Stbd. m	A.Top m	A.Bott. m
40	Lastre C3	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	110,85	119,85	1	7,5	2	-1	0	8	0	0
41	Lastre C4	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	119,85	136,25	-5,2	-1	2	-1	-7,5	0	0	0
42	Lastre C4	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	119,85	136,25	1	5,2	2	-1	0	7,5	0	0
43	Lastre C5	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	140,85	152,1	-8	8	2	-1	0	0	0	0
44	Lastre C6	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	163,349	166,67	-8	8	1,5	-1	0	0	2	0
45	Lastre C6	Linked Ta	98	98	1,025	Water Balla	none	166,67	171,6	-8	8	1,5	-1	0	0	0	0
46	Sedimentación Sentinas	Tank	98	98	0,913	Slops	none	25,93	30,6	7	8,5	8	2,2	0	0	0	3,2
47	Lastre pp er	Tank	98	98	1,025	Water Balla	none	18,599	30,6	8,5	13	8	-1	0	0	0	0
48	Agua técnica	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	35,11	40,384	-13	-9	5	-1	0	0	0	0
49	Agua almacén calderas	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	35,11	46,991	8,75	13	4	0	0	0	0	0
50	Lodos	Tank	98	98	0,913	Slops	none	28,434	30,6	-9,596	-7	8	3	0	0	0	0
51	Sentinas bodega	Tank	98	98	0,913	Slops	none	137,85	140,10	1	3,256	2	0	0	0	0	0
52	Sentinas bodega	Tank	98	98	0,913	Slops	none	137,85	140,10	-3,256	-1	2	0	0	0	0	0
53	Almacén MDF	Tank	98	98	0,9	DMB (ISO 8	none	45,467	51,735	-13	-9	6	-1	0	0	0	0
54	Acete sucio	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	48,851	56,85	2,75	7,25	1,6	-1	0	0	0	0
55	Almacén aceite	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	49,85	56,85	-5,25	-2,75	1,6	-1	0	0	0	0
56	Acete SD1	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	33,991	45,991	-7	-1	1,6	-1	0	0	0	0
57	Acete SD2	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	33,991	45,991	3	8	1,6	-1	0	0	0	0
58	Acete SD3	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	46,991	56,85	1	2,75	1,6	-1	0	0	0	0
59	Acete SD4	Tank	98	98	0,92	Lube Oil	none	46,991	56,85	-2,75	-1	1,6	-1	0	0	0	0
60	Antescora Er	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	74,85	92,457	9	13	8,3	2	0	0	0	0
61	Antescora Br	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	74,85	92,457	-13	-9	8,3	2	0	0	0	0
62	Cubierta Bodega	Compart	100	100			none	81,975	140,85	-8,89	8,89	8	2	0	0	0	0
63	Vacio 1	Compart	100	100			none	92,457	101,09	9	13	8,3	2	0	0	0	0
64	Vacio 2	Compart	100	100			none	92,457	101,09	-13	-9	8,3	2	0	0	0	0
65	Vacio 3	Compart	100	100			none	101,099	110,85	9	13	8,3	2	0	0	0	0
66	Vacio 4	Compart	100	100			none	101,099	110,85	-13	-9	8,3	2	0	0	0	0
67	Vacio 5	Compart	100	100			none	110,85	119,85	9	13	8,3	2	0	0	0	0
68	Vacio 6	Compart	100	100			none	110,85	119,85	-13	-9	8,3	2	0	0	0	0
69	Vacio 7	Compart	100	100			none	119,85	128,85	9	13	8,3	2	0	0	0	0
70	Vacio 8	Compart	100	100			none	119,85	128,85	-13	-9	8,3	2	0	0	0	0
71	Vacio 9	Compart	100	100			none	128,85	140,85	9	13	8,3	2	0	0	0	0
72	Vacio 10	Compart	100	100			none	128,85	140,85	-13	-9	8,3	2	0	0	0	0
73	A. Grises	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	155,85	157,35	-1	0	3	2	0	0	0	0
74	A. Negras	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	155,85	157,35	0	1	3	2	0	0	0	0
75	A. Oleosas	Tank	98	98	1	Fresh Wate	none	53,1	56,1	-13	-7	1,6	-1	0	0	0	0

## 6.9 Conclusiones

Se concluye que la altura metacéntrica GM es mayor (más estable) obteniendo el centro de flotación más hacia proa a trimados negativos y es peor a trimados positivos debido a las formas del buque. A mayores calados el desplazamiento aumenta más en trimados positivos al calado máximo.

En las curvas KN se observa que se reducen a desplazamientos mayores que son obtenidos al calado máximo. En trimados negativos a grandes escoras el KN es más reducido.

Respecto a la corrección por superficies libres se indica que para tanques medio llenos o llenados del 70% se obtienen mayores correcciones de superficies libres proporcional a la capacidad. En este buque los tanques de mayores capacidad son los tanques de almacén de MDF.

## 7. Bibliografía

Bentley. (2014). Maxsurf Enterprise V8 i (Maxsurf Stability).

DNV-GL. ( October 2015, ammended July 2016). Rules for Classification--Ships. En *Part 3Hull, Chapter 2 "General arregement design"*.

DNV-GL. (2016). *Rules for classification: Ships.Part 3, Chapter 3 "Structural Design Principles"*.

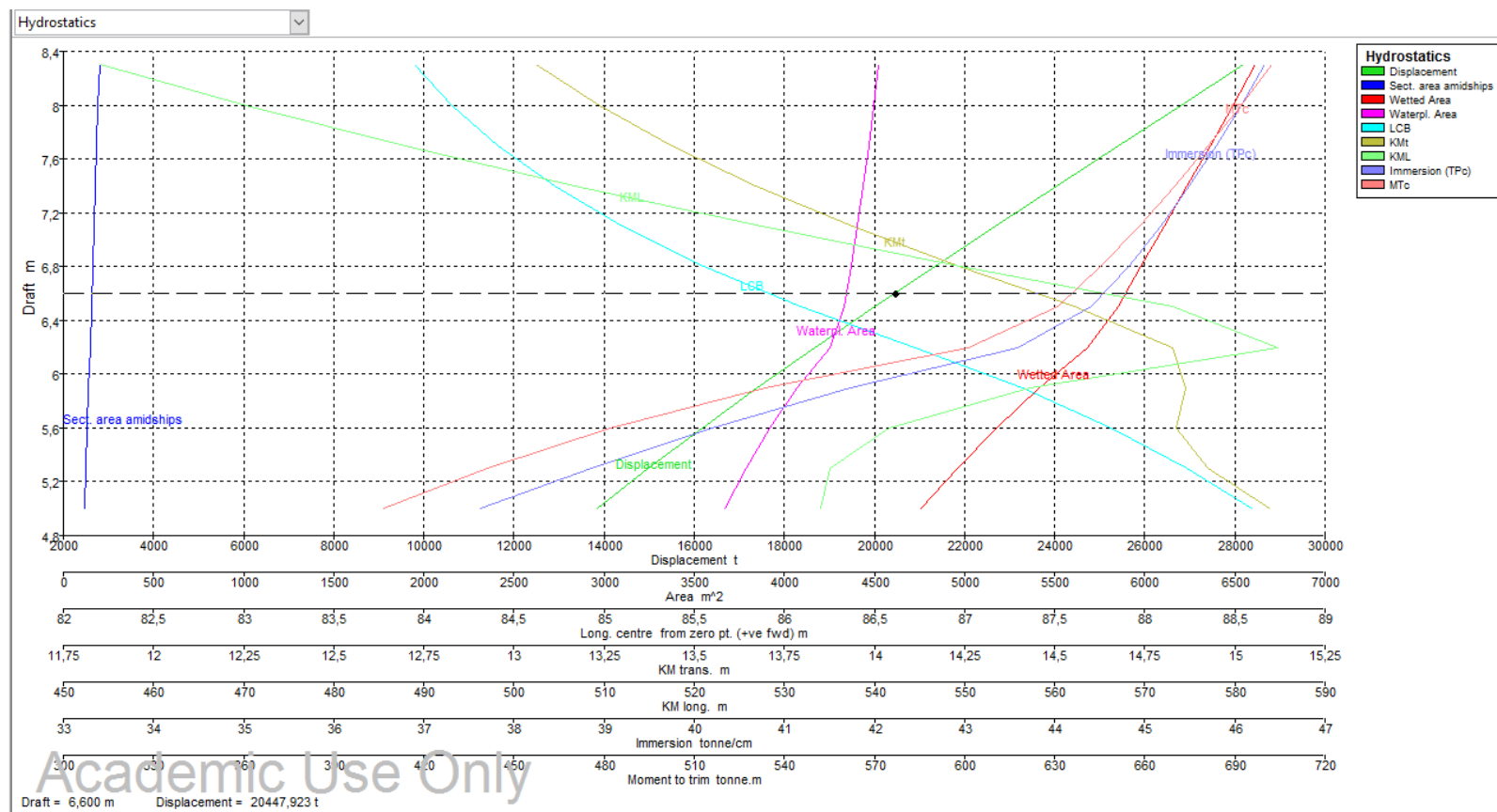
OMI. (1993). *Resolución A.749."Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regios por los instrumentos de la OMI"*.



# ANEXO I:

Cálculo de hidrostáticas

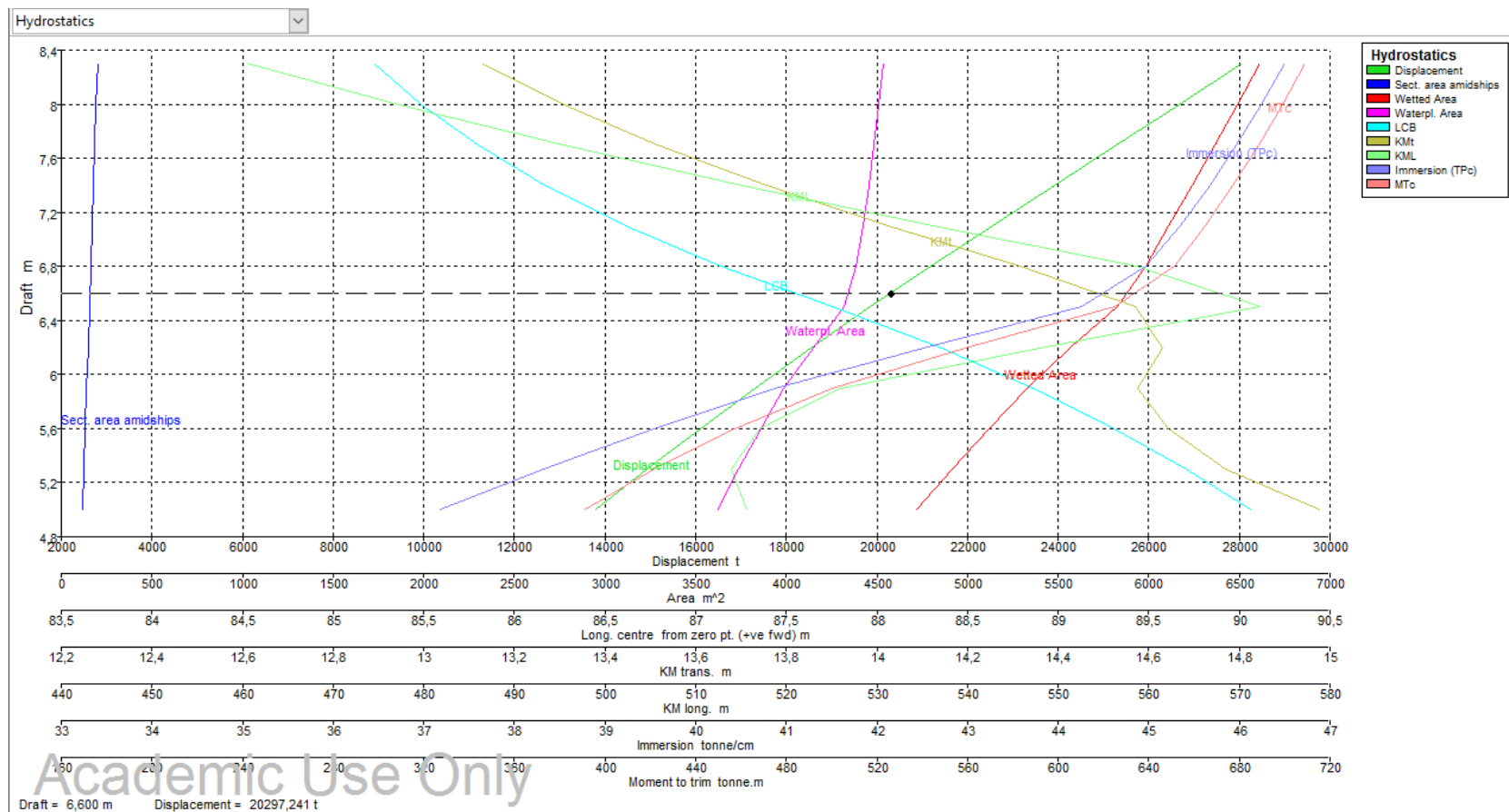
## 1. Cálculos hidrostáticos para asiento 0 m (+ a popa)



## Noelia López Puentenueva

	Draft Amidships m	5,000	5,300	5,600	5,900	6,200	6,500	6,800	7,100	7,400	7,700	8,000	8,300
1	Displacement t	13840	14987	16172	17399	18679	20002	21340	22689	24049	25418	26795	28181
2	Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Draft at FP m	5,000	5,300	5,600	5,900	6,200	6,500	6,800	7,100	7,400	7,700	8,000	8,300
4	Draft at AP m	5,000	5,300	5,600	5,900	6,200	6,500	6,800	7,100	7,400	7,700	8,000	8,300
5	Draft at LCF m	5,000	5,300	5,600	5,900	6,200	6,500	6,800	7,100	7,400	7,700	8,000	8,300
6	Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	WL Length m	181,273	181,782	184,423	192,524	189,764	189,928	190,128	190,330	190,532	190,734	190,933	191,131
8	Beam max extents on WL m	25,199	25,199	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200
9	Wetted Area m^2	4761,18	4962,75	5176,40	5412,72	5684,82	5849,84	5979,60	6107,76	6234,75	6361,02	6487,00	6612,36
10	Waterpl. Area m^2	3671,03	3791,33	3922,05	4071,76	4252,89	4332,67	4372,50	4407,63	4438,60	4467,71	4494,75	4520,05
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,609	0,622	0,634	0,647	0,661	0,674	0,687	0,699	0,710	0,721	0,731	0,741
12	Block coeff. (Cb)	0,596	0,609	0,622	0,635	0,649	0,663	0,676	0,688	0,700	0,711	0,722	0,731
13	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,979	0,980	0,981	0,982	0,983	0,983	0,984	0,985	0,985	0,986	0,987	0,987
14	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,811	0,837	0,866	0,899	0,939	0,957	0,966	0,973	0,980	0,987	0,993	0,998
15	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	88,595	88,235	87,816	87,325	86,726	86,093	85,552	85,100	84,725	84,414	84,159	83,950
16	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	84,442	83,206	81,720	79,807	77,450	77,193	77,660	78,160	78,673	79,164	79,642	80,100
17	KB m	2,834	3,011	3,190	3,371	3,554	3,739	3,922	4,102	4,280	4,456	4,631	4,804
18	KG m	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200
19	BMt m	12,263	11,914	11,648	11,494	11,271	10,817	10,314	9,838	9,391	8,983	8,606	8,258
20	BML m	531,218	532,042	538,503	553,829	581,212	569,338	545,585	523,362	502,521	483,373	465,658	449,219
21	GMt m	8,897	8,725	8,638	8,664	8,626	8,356	8,036	7,740	7,471	7,239	7,036	6,861
22	GML m	527,852	528,853	535,493	551,000	578,567	566,878	543,306	521,264	500,601	481,629	464,089	447,823
23	KMt m	15,097	14,925	14,838	14,864	14,826	14,556	14,236	13,940	13,671	13,439	13,236	13,061
24	KML m	534,052	535,053	541,693	557,200	584,767	573,078	549,506	527,464	506,801	487,829	470,289	454,023
25	Immersion (TPc) tonne/cm	37,628	38,861	40,201	41,736	43,592	44,410	44,818	45,178	45,496	45,794	46,071	46,331
26	MTc tonne.m	406,543	441,051	481,904	533,497	601,399	630,977	645,192	658,159	669,943	681,241	692,005	702,280
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2148,96	2282,05	2437,95	2630,96	2811,99	2917,02	2992,73	3065,03	3135,70	3211,18	3290,41	3374,45
28	Max deck inclination deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

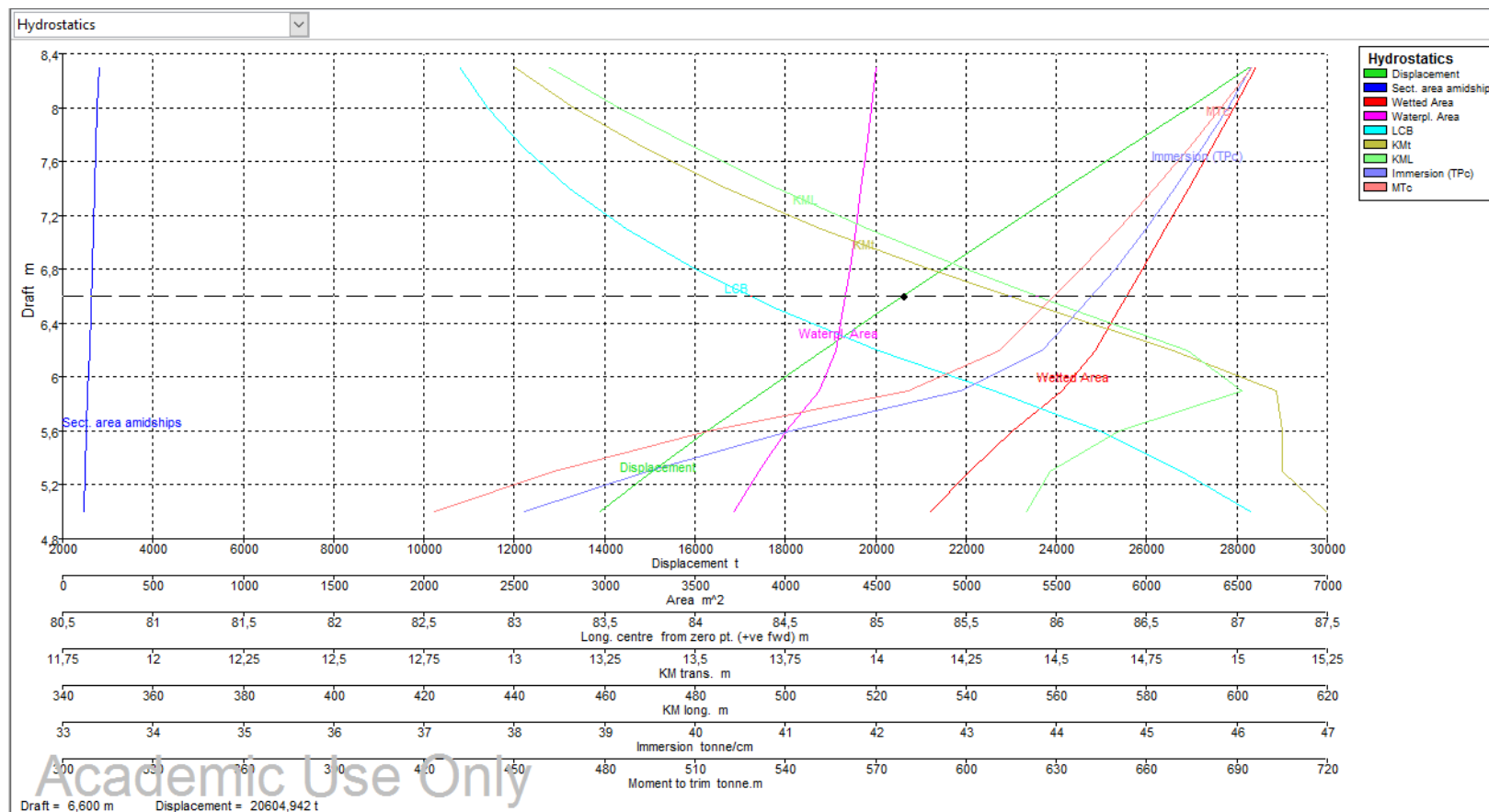
## 2. Cálculos hidrostáticos para asiento - 0,5 m (+ a popa)



## Noelia López Puentenueva

	Draft Amidships m	5,000	5,300	5,600	5,900	6,200	6,500	6,800	7,100	7,400	7,700	8,000	8,300
1	Displacement t	13792	14924	16092	17298	18548	19850	21191	22545	23910	25284	26667	28057
2	Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Draft at FP m	5,250	5,550	5,850	6,150	6,450	6,750	7,050	7,350	7,650	7,950	8,250	8,550
4	Draft at AP m	4,750	5,050	5,350	5,650	5,950	6,250	6,550	6,850	7,150	7,450	7,750	8,050
5	Draft at LCF m	4,989	5,286	5,583	5,879	6,173	6,468	6,767	7,069	7,370	7,671	7,973	8,274
6	Trim (+ve by stern) m	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500
7	WL Length m	180,974	180,842	181,541	181,433	189,904	190,101	190,303	190,505	190,706	190,906	191,104	191,302
8	Beam max extents on WL m	25,199	25,199	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200
9	Wetted Area m^2	4722,34	4914,52	5117,16	5327,43	5566,79	5826,81	5982,68	6111,17	6238,07	6364,42	6490,13	6615,20
10	Waterpl. Area m^2	3627,07	3738,12	3857,66	3987,80	4148,06	4318,17	4387,17	4423,86	4455,97	4484,66	4511,57	4536,38
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,615	0,626	0,638	0,650	0,662	0,675	0,688	0,701	0,712	0,723	0,733	0,743
12	Block coeff. (Cb)	0,566	0,580	0,593	0,606	0,620	0,634	0,648	0,661	0,674	0,685	0,697	0,707
13	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,978	0,980	0,981	0,982	0,983	0,983	0,984	0,985	0,985	0,986	0,986	0,987
14	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,801	0,825	0,852	0,881	0,916	0,954	0,969	0,977	0,984	0,990	0,996	1,002
15	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	90,060	89,705	89,307	88,859	88,354	87,754	87,140	86,614	86,171	85,798	85,487	85,226
16	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	85,911	84,860	83,592	82,211	80,325	78,235	78,121	78,570	79,038	79,515	79,971	80,413
17	KB m	2,829	3,004	3,180	3,358	3,538	3,721	3,904	4,085	4,264	4,441	4,616	4,790
18	KG m	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200
19	BMt m	12,147	11,767	11,462	11,217	11,092	10,848	10,413	9,940	9,494	9,076	8,693	8,337
20	BML m	512,853	510,945	513,939	522,657	544,496	568,563	554,704	532,119	510,846	490,963	472,661	455,636
21	GMt m	8,775	8,571	8,444	8,378	8,434	8,375	8,124	7,834	7,568	7,328	7,121	6,940
22	GML m	509,481	507,749	510,921	519,818	541,838	566,089	552,415	530,013	508,920	489,216	471,089	454,239
23	KMt m	14,976	14,770	14,643	14,575	14,629	14,569	14,316	14,025	13,758	13,517	13,309	13,127
24	KML m	515,679	513,947	517,117	526,013	548,032	572,281	558,606	536,202	515,108	495,402	477,275	460,424
25	Immersion (TPc) tonne/cm	37,178	38,316	39,541	40,875	42,518	44,261	44,969	45,345	45,674	45,968	46,244	46,498
26	MTc tonne.m	391,023	421,694	457,531	500,388	559,261	625,323	651,435	664,957	677,144	688,334	699,076	709,222
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2112,24	2232,39	2371,50	2529,34	2730,01	2901,27	3004,52	3082,53	3158,04	3233,70	3314,04	3398,14
28	Max deck inclination deg	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594
29	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594	-0,1594

### 3. Cálculos hidrostáticos para asiento 0,5 m (+ a popa)





## Noelia López Puentenueva

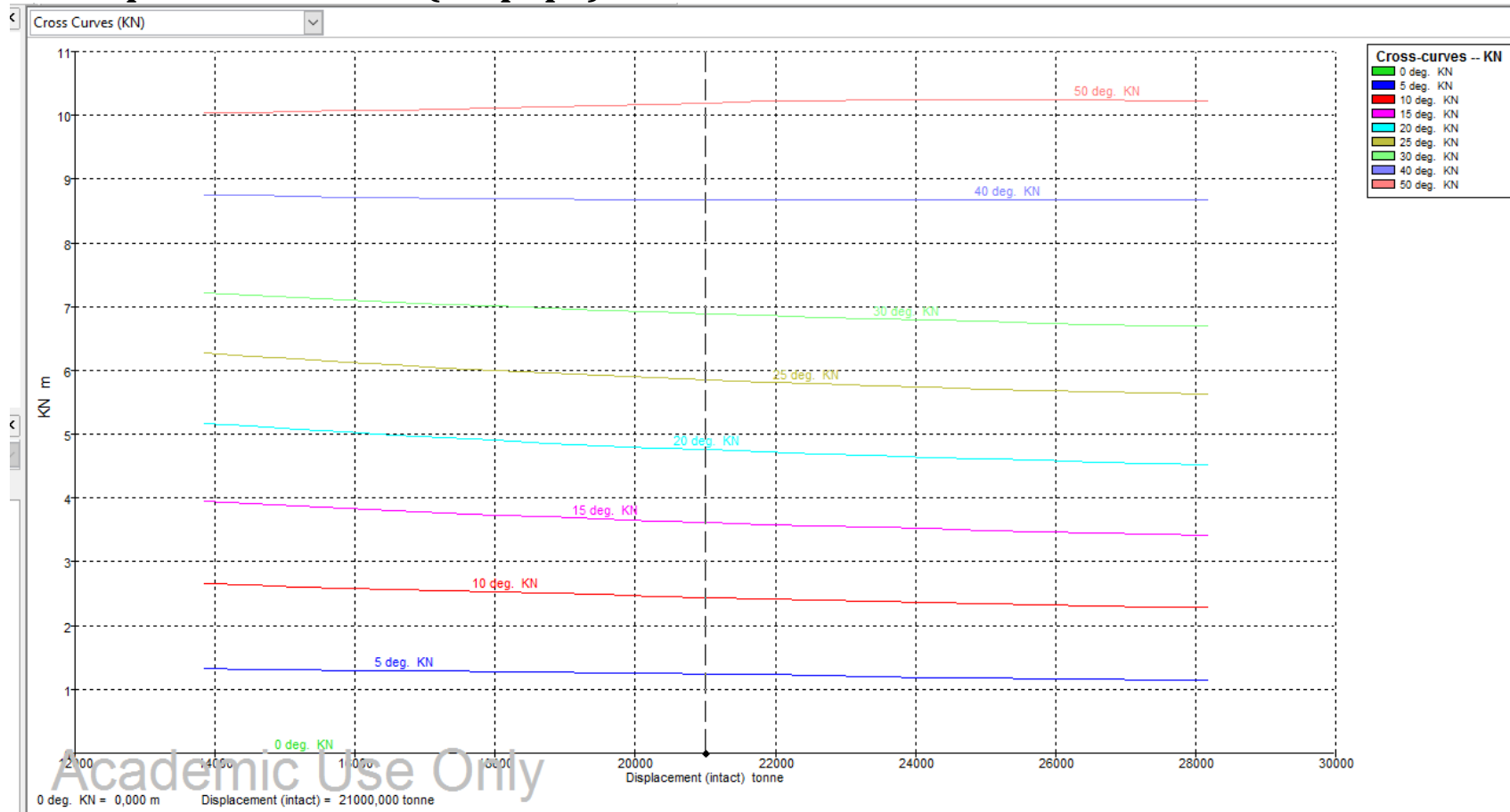
	Draft Amidships m	5,000	5,300	5,600	5,900	6,200	6,500	6,800	7,100	7,400	7,700	8,000	8,300
1	Displacement t	13905	15068	16275	17534	18840	20161	21494	22838	24192	25555	26927	28308
2	Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Draft at FP m	4,750	5,050	5,350	5,650	5,950	6,250	6,550	6,850	7,150	7,450	7,750	8,050
4	Draft at AP m	5,250	5,550	5,850	6,150	6,450	6,750	7,050	7,350	7,650	7,950	8,250	8,550
5	Draft at LCF m	5,019	5,323	5,629	5,936	6,238	6,537	6,835	7,134	7,432	7,731	8,029	8,328
6	Trim (+ve by stern) m	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
7	WL Length m	181,480	184,432	192,092	193,360	192,582	189,788	189,956	190,157	190,359	190,561	190,763	190,962
8	Beam max extents on WL m	25,199	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200	25,200
9	Wetted Area m^2	4802,97	5017,40	5255,62	5534,73	5715,83	5847,21	5975,93	6103,90	6231,23	6357,78	6483,73	6609,39
10	Waterpl. Area m^2	3718,03	3851,01	4004,84	4188,87	4276,76	4318,60	4356,17	4389,42	4420,83	4450,12	4477,47	4503,44
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,605	0,618	0,631	0,645	0,659	0,673	0,686	0,697	0,709	0,719	0,729	0,739
12	Block coeff. (Cb)	0,572	0,587	0,601	0,616	0,631	0,645	0,658	0,671	0,683	0,694	0,705	0,715
13	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,979	0,980	0,981	0,982	0,983	0,984	0,984	0,985	0,986	0,986	0,987	0,987
14	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,821	0,850	0,884	0,925	0,944	0,954	0,962	0,969	0,976	0,983	0,989	0,994
15	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	87,073	86,696	86,239	85,660	85,016	84,459	83,997	83,617	83,307	83,056	82,855	82,695
16	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	82,915	81,424	79,476	76,909	76,272	76,708	77,226	77,774	78,305	78,816	79,310	79,781
17	KB m	2,846	3,026	3,208	3,393	3,579	3,763	3,945	4,124	4,300	4,475	4,649	4,821
18	KG m	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200
19	BMt m	12,400	12,098	11,919	11,715	11,246	10,712	10,203	9,724	9,287	8,887	8,517	8,178
20	BML m	550,497	555,600	570,770	597,854	585,416	559,521	535,989	514,100	494,114	475,665	458,558	442,755
21	GMt m	9,039	8,915	8,917	8,896	8,611	8,261	7,932	7,630	7,370	7,143	6,947	6,779
22	GML m	547,135	552,417	567,768	595,035	582,782	557,069	533,717	512,006	492,196	473,922	456,988	441,356
23	KMt m	15,246	15,124	15,127	15,108	14,825	14,476	14,148	13,847	13,588	13,362	13,166	12,999
24	KML m	553,341	558,624	573,975	601,244	588,993	563,282	539,932	518,222	498,412	480,139	463,205	447,574
25	Immersion (TPc) tonne/cm	38,110	39,473	41,050	42,936	43,837	44,266	44,651	44,992	45,314	45,614	45,894	46,160
26	MTc tonne.m	423,358	463,214	514,210	580,612	610,982	624,976	638,374	650,701	662,611	673,967	684,780	695,259
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2193,38	2344,48	2532,75	2722,47	2831,42	2906,48	2975,30	3041,18	3111,47	3185,83	3264,60	3348,99
28	Max deck inclination deg	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594	0,1594

# ANEXO II:

Curvas de KN's



## 1. Curvas KN para asiento 0 m (+ a popa)

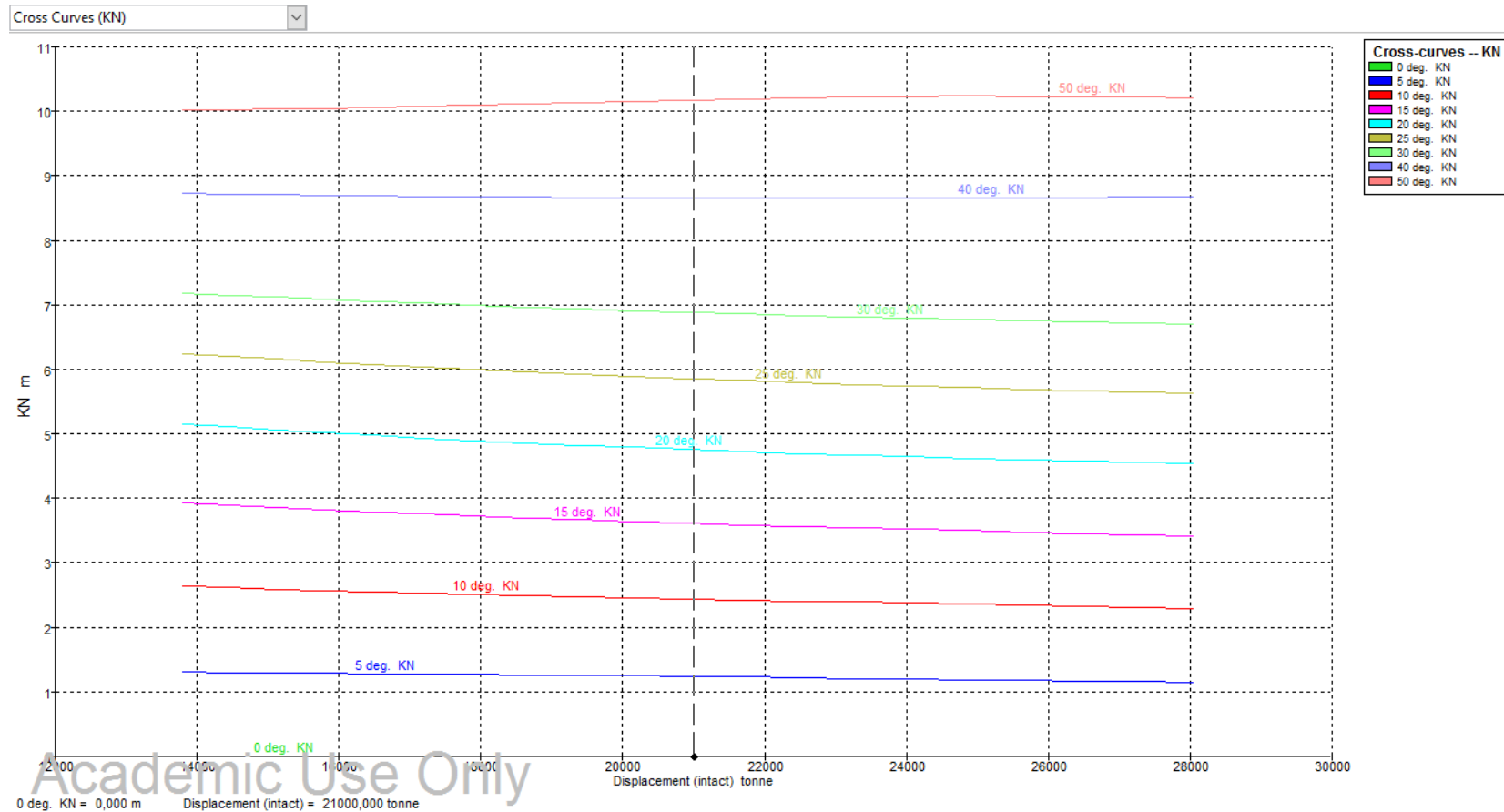


ANEXO II: Curvas de KN's  
Noelia López Puentenuueva

	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Port.	KN 10,0 deg. Port.	KN 15,0 deg. Port.	KN 20,0 deg. Port.	KN 25,0 deg. Port.	KN 30,0 deg. Port.	KN 40,0 deg. Port.	KN 50,0 deg. Port.
1	13840	5,000	0,000 (fixed)	88,595	0,000	0,000	0,000	1,323	2,658	3,956	5,175	6,269	7,213	8,757	10,042
2	14499	5,174	0,000 (fixed)	88,393	0,000	0,000	0,000	1,314	2,633	3,914	5,125	6,221	7,176	8,742	10,049
3	15171	5,347	0,000 (fixed)	88,173	0,000	0,000	0,000	1,307	2,609	3,874	5,076	6,175	7,139	8,730	10,058
4	15856	5,521	0,000 (fixed)	87,932	0,000	0,000	0,000	1,300	2,586	3,836	5,030	6,130	7,104	8,718	10,069
5	16554	5,695	0,000 (fixed)	87,670	0,000	0,000	0,000	1,294	2,564	3,800	4,986	6,087	7,070	8,708	10,082
6	17268	5,868	0,000 (fixed)	87,382	0,000	0,000	0,000	1,288	2,544	3,766	4,943	6,044	7,037	8,700	10,097
7	17998	6,042	0,000 (fixed)	87,056	0,000	0,000	0,000	1,281	2,523	3,733	4,902	6,004	7,004	8,693	10,114
8	18748	6,216	0,000 (fixed)	86,692	0,000	0,000	0,000	1,273	2,503	3,701	4,863	5,964	6,973	8,686	10,133
9	19512	6,389	0,000 (fixed)	86,317	0,000	0,000	0,000	1,264	2,483	3,670	4,825	5,926	6,942	8,681	10,153
10	20283	6,564	0,000 (fixed)	85,970	0,000	0,000	0,000	1,253	2,463	3,642	4,789	5,889	6,913	8,677	10,174
11	21057	6,737	0,000 (fixed)	85,657	0,000	0,000	0,000	1,242	2,444	3,614	4,756	5,855	6,885	8,673	10,196
12	21836	6,911	0,000 (fixed)	85,375	0,000	0,000	0,000	1,228	2,425	3,588	4,724	5,823	6,858	8,671	10,216
13	22618	7,085	0,000 (fixed)	85,121	0,000	0,000	0,000	1,215	2,406	3,563	4,694	5,792	6,833	8,669	10,231
14	23404	7,258	0,000 (fixed)	84,893	0,000	0,000	0,000	1,202	2,387	3,539	4,666	5,763	6,809	8,668	10,241
15	24193	7,432	0,000 (fixed)	84,689	0,000	0,000	0,000	1,190	2,369	3,516	4,639	5,735	6,787	8,667	10,247
16	24984	7,606	0,000 (fixed)	84,506	0,000	0,000	0,000	1,178	2,350	3,494	4,614	5,709	6,765	8,668	10,248
17	25779	7,779	0,000 (fixed)	84,342	0,000	0,000	0,000	1,168	2,332	3,473	4,590	5,685	6,745	8,668	10,246
18	26577	7,953	0,000 (fixed)	84,196	0,000	0,000	0,000	1,158	2,314	3,453	4,567	5,662	6,726	8,669	10,241
19	27378	8,127	0,000 (fixed)	84,065	0,000	0,000	0,000	1,149	2,297	3,433	4,546	5,641	6,708	8,671	10,232
20	28181	8,300	0,000 (fixed)	83,950	0,000	0,000	0,000	1,140	2,281	3,414	4,526	5,620	6,691	8,673	10,220

	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Starb.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.
1	13840	5,000	0,000	88,595	0,000	0,000	0,000	1,321	2,648	3,937	5,146	6,224	7,150	8,672	9,960
2	14499	5,174	0,000	88,393	0,000	0,000	0,000	1,312	2,622	3,897	5,100	6,183	7,120	8,666	9,979
3	15171	5,347	0,000	88,173	0,000	0,000	0,000	1,304	2,599	3,859	5,055	6,142	7,092	8,661	9,997
4	15856	5,521	0,000	87,932	0,000	0,000	0,000	1,298	2,577	3,823	5,012	6,103	7,064	8,658	10,015
5	16554	5,695	0,000	87,670	0,000	0,000	0,000	1,291	2,557	3,789	4,971	6,065	7,037	8,656	10,032
6	17268	5,868	0,000	87,382	0,000	0,000	0,000	1,285	2,537	3,757	4,932	6,027	7,010	8,655	10,051
7	17998	6,042	0,000	87,056	0,000	0,000	0,000	1,279	2,518	3,726	4,894	5,991	6,984	8,655	10,071
8	18748	6,216	0,000	86,692	0,000	0,000	0,000	1,272	2,500	3,696	4,857	5,955	6,958	8,656	10,094
9	19512	6,389	0,000	86,317	0,000	0,000	0,000	1,263	2,481	3,668	4,821	5,920	6,932	8,658	10,119
10	20283	6,564	0,000	85,970	0,000	0,000	0,000	1,253	2,463	3,640	4,787	5,886	6,907	8,659	10,144
11	21057	6,737	0,000	85,657	0,000	0,000	0,000	1,242	2,444	3,613	4,755	5,854	6,882	8,661	10,170
12	21836	6,911	0,000	85,375	0,000	0,000	0,000	1,228	2,425	3,588	4,724	5,822	6,857	8,663	10,193
13	22618	7,085	0,000	85,121	0,000	0,000	0,000	1,215	2,406	3,563	4,694	5,792	6,833	8,664	10,213
14	23404	7,258	0,000	84,893	0,000	0,000	0,000	1,202	2,387	3,539	4,666	5,763	6,809	8,666	10,228
15	24193	7,432	0,000	84,689	0,000	0,000	0,000	1,190	2,368	3,516	4,639	5,735	6,787	8,667	10,238
16	24984	7,606	0,000	84,506	0,000	0,000	0,000	1,178	2,349	3,494	4,613	5,709	6,765	8,669	10,243
17	25779	7,779	0,000	84,342	0,000	0,000	0,000	1,167	2,330	3,472	4,589	5,684	6,745	8,670	10,244
18	26577	7,953	0,000	84,196	0,000	0,000	0,000	1,158	2,313	3,451	4,566	5,661	6,725	8,672	10,241
19	27378	8,127	0,000	84,065	0,000	0,000	0,000	1,148	2,296	3,431	4,544	5,639	6,706	8,674	10,234
20	28181	8,300	0,000	83,950	0,000	0,000	0,000	1,140	2,280	3,412	4,524	5,618	6,689	8,675	10,224

## 2. Cálculos KN's para asiento - 0,5 m (+ a popa)

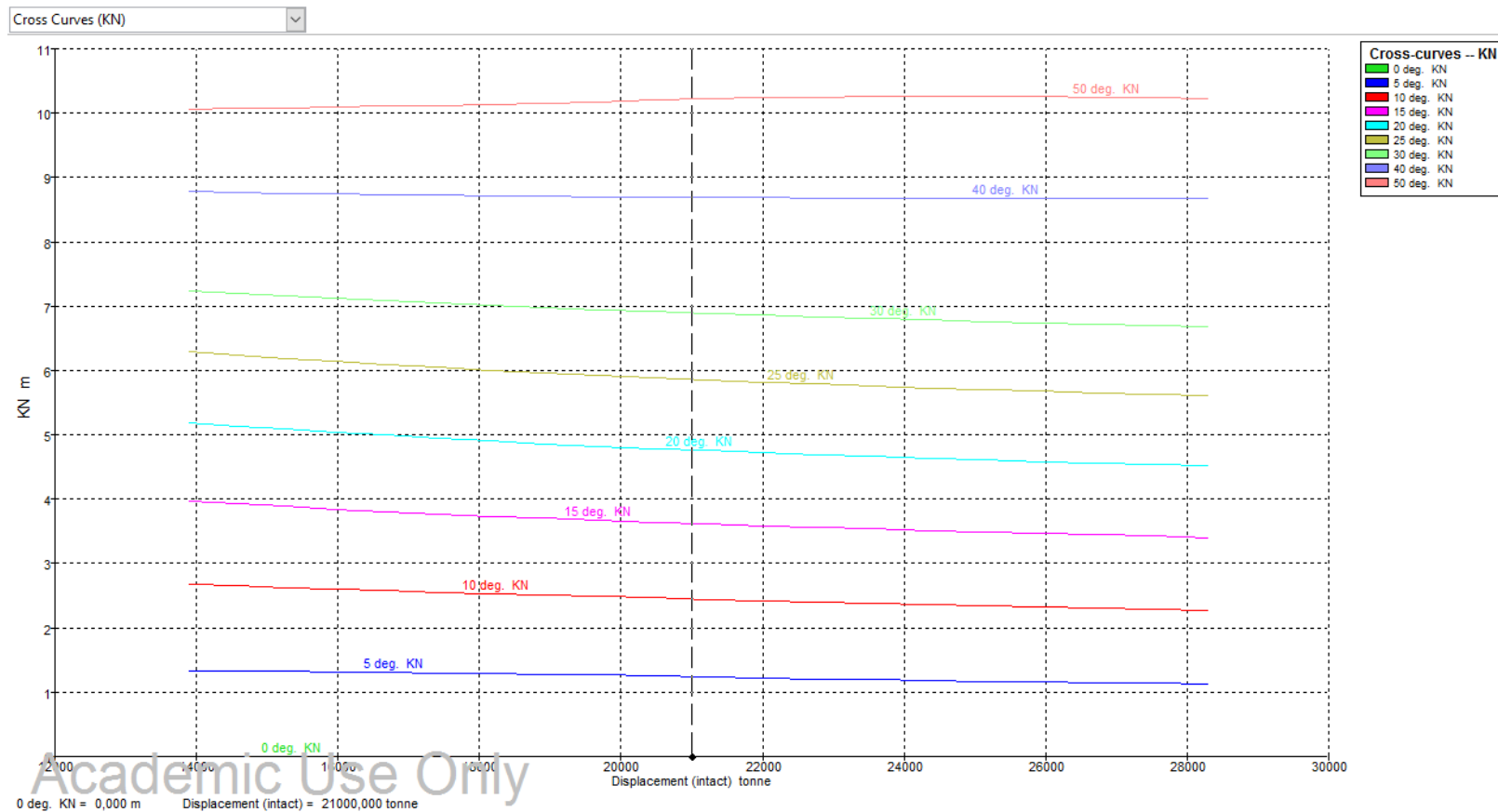


ANEXO II: Curvas de KN's  
Noelia López Puentenueva

	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Port.	KN 10,0 deg. Port.	KN 15,0 deg. Port.	KN 20,0 deg. Port.	KN 25,0 deg. Port.	KN 30,0 deg. Port.	KN 40,0 deg. Port.	KN 50,0 deg. Port.
1	13792	5,000	-0,500 (fixed)	90,068	0,000	0,000	0,000	1,311	2,639	3,938	5,157	6,246	7,187	8,728	10,019
2	14443	5,174	-0,500 (fixed)	89,867	0,000	0,000	0,000	1,301	2,615	3,898	5,109	6,202	7,152	8,716	10,028
3	15106	5,347	-0,500 (fixed)	89,653	0,000	0,000	0,000	1,292	2,593	3,860	5,063	6,158	7,118	8,705	10,037
4	15781	5,521	-0,500 (fixed)	89,425	0,000	0,000	0,000	1,286	2,572	3,824	5,019	6,116	7,085	8,695	10,048
5	16469	5,695	-0,500 (fixed)	89,180	0,000	0,000	0,000	1,280	2,552	3,790	4,977	6,075	7,054	8,687	10,061
6	17169	5,868	-0,500 (fixed)	88,918	0,000	0,000	0,000	1,275	2,532	3,758	4,937	6,036	7,023	8,680	10,076
7	17884	6,042	-0,500 (fixed)	88,639	0,000	0,000	0,000	1,270	2,514	3,727	4,898	5,998	6,994	8,674	10,093
8	18615	6,216	-0,500 (fixed)	88,335	0,000	0,000	0,000	1,264	2,496	3,697	4,861	5,961	6,965	8,669	10,111
9	19364	6,389	-0,500 (fixed)	87,996	0,000	0,000	0,000	1,258	2,478	3,668	4,825	5,925	6,937	8,665	10,131
10	20131	6,563	-0,500 (fixed)	87,630	0,000	0,000	0,000	1,250	2,460	3,641	4,790	5,890	6,909	8,662	10,152
11	20907	6,737	-0,500 (fixed)	87,273	0,000	0,000	0,000	1,242	2,442	3,614	4,757	5,857	6,883	8,660	10,174
12	21689	6,911	-0,500 (fixed)	86,946	0,000	0,000	0,000	1,232	2,425	3,589	4,726	5,825	6,858	8,659	10,194
13	22474	7,085	-0,500 (fixed)	86,650	0,000	0,000	0,000	1,221	2,408	3,565	4,697	5,795	6,834	8,658	10,211
14	23262	7,258	-0,500 (fixed)	86,382	0,000	0,000	0,000	1,208	2,391	3,542	4,669	5,767	6,811	8,658	10,223
15	24054	7,432	-0,500 (fixed)	86,140	0,000	0,000	0,000	1,196	2,374	3,520	4,643	5,740	6,789	8,659	10,231
16	24849	7,606	-0,500 (fixed)	85,921	0,000	0,000	0,000	1,185	2,357	3,499	4,618	5,715	6,769	8,661	10,234
17	25647	7,779	-0,500 (fixed)	85,723	0,000	0,000	0,000	1,174	2,340	3,478	4,595	5,691	6,749	8,663	10,234
18	26448	7,953	-0,500 (fixed)	85,545	0,000	0,000	0,000	1,164	2,323	3,459	4,573	5,668	6,731	8,665	10,230
19	27251	8,127	-0,500 (fixed)	85,384	0,000	0,000	0,000	1,154	2,307	3,440	4,552	5,647	6,713	8,667	10,223
20	28057	8,300	-0,500 (fixed)	85,239	0,000	0,000	0,000	1,146	2,291	3,422	4,533	5,627	6,696	8,670	10,213

	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Starb.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.
1	13792	5,000	-0,500 (fixed)	90,068	0,000	0,000	0,000	1,311	2,639	3,938	5,157	6,246	7,187	8,728	10,019
2	14443	5,174	-0,500 (fixed)	89,867	0,000	0,000	0,000	1,301	2,615	3,898	5,109	6,202	7,152	8,716	10,028
3	15106	5,347	-0,500 (fixed)	89,653	0,000	0,000	0,000	1,292	2,593	3,860	5,063	6,158	7,118	8,705	10,037
4	15781	5,521	-0,500 (fixed)	89,425	0,000	0,000	0,000	1,286	2,572	3,824	5,019	6,116	7,085	8,695	10,048
5	16469	5,695	-0,500 (fixed)	89,180	0,000	0,000	0,000	1,280	2,552	3,790	4,977	6,075	7,054	8,687	10,061
6	17169	5,868	-0,500 (fixed)	88,918	0,000	0,000	0,000	1,275	2,532	3,758	4,937	6,036	7,023	8,680	10,076
7	17884	6,042	-0,500 (fixed)	88,639	0,000	0,000	0,000	1,270	2,514	3,727	4,898	5,998	6,994	8,674	10,093
8	18615	6,216	-0,500 (fixed)	88,335	0,000	0,000	0,000	1,264	2,496	3,697	4,861	5,961	6,965	8,669	10,111
9	19364	6,389	-0,500 (fixed)	87,996	0,000	0,000	0,000	1,258	2,478	3,668	4,825	5,925	6,937	8,665	10,131
10	20131	6,563	-0,500 (fixed)	87,630	0,000	0,000	0,000	1,250	2,460	3,641	4,790	5,890	6,909	8,662	10,152
11	20907	6,737	-0,500 (fixed)	87,273	0,000	0,000	0,000	1,242	2,442	3,614	4,757	5,857	6,883	8,660	10,174
12	21689	6,911	-0,500 (fixed)	86,946	0,000	0,000	0,000	1,232	2,425	3,589	4,726	5,825	6,858	8,659	10,194
13	22474	7,085	-0,500 (fixed)	86,650	0,000	0,000	0,000	1,221	2,408	3,565	4,697	5,795	6,834	8,658	10,211
14	23262	7,258	-0,500 (fixed)	86,382	0,000	0,000	0,000	1,208	2,391	3,542	4,669	5,767	6,811	8,658	10,223
15	24054	7,432	-0,500 (fixed)	86,140	0,000	0,000	0,000	1,196	2,374	3,520	4,643	5,740	6,789	8,659	10,231
16	24849	7,606	-0,500 (fixed)	85,921	0,000	0,000	0,000	1,185	2,357	3,499	4,618	5,715	6,769	8,661	10,234
17	25647	7,779	-0,500 (fixed)	85,723	0,000	0,000	0,000	1,174	2,340	3,478	4,595	5,691	6,749	8,663	10,234
18	26448	7,953	-0,500 (fixed)	85,545	0,000	0,000	0,000	1,164	2,323	3,459	4,573	5,668	6,731	8,665	10,230
19	27251	8,127	-0,500 (fixed)	85,384	0,000	0,000	0,000	1,154	2,307	3,440	4,552	5,647	6,713	8,667	10,223
20	28057	8,300	-0,500 (fixed)	85,239	0,000	0,000	0,000	1,146	2,291	3,422	4,533	5,627	6,696	8,670	10,213

### 3. Cálculos KN's para asiento 0,5 m (+ a popa)



# ANEXO II: Curvas de KN's

Noelia López Puentenueva

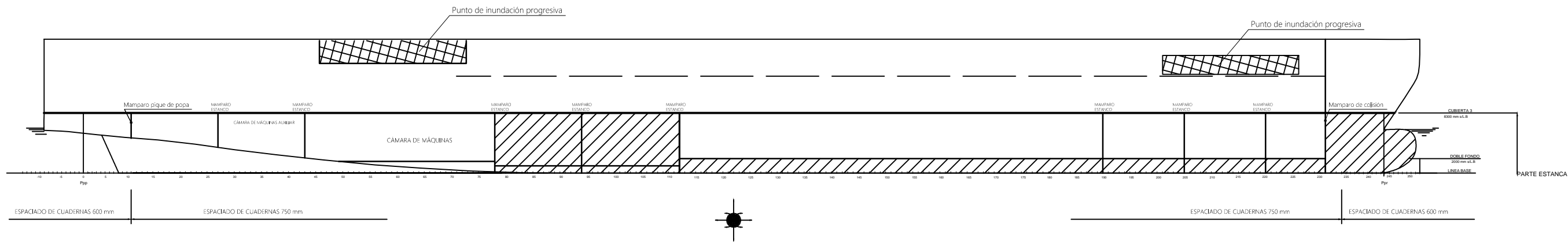
	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Starb.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.
1	13905	5,000	0,500 (fixed)	87,065	0,000	0,000	0,000	1,338	2,677	3,973	5,193	6,291	7,240	8,787	10,065
2	14573	5,174	0,500 (fixed)	86,856	0,000	0,000	0,000	1,330	2,650	3,929	5,140	6,240	7,200	8,771	10,072
3	15256	5,347	0,500 (fixed)	86,621	0,000	0,000	0,000	1,322	2,624	3,886	5,089	6,191	7,160	8,756	10,081
4	15953	5,521	0,500 (fixed)	86,360	0,000	0,000	0,000	1,315	2,600	3,846	5,040	6,143	7,122	8,743	10,093
5	16667	5,695	0,500 (fixed)	86,061	0,000	0,000	0,000	1,307	2,576	3,808	4,992	6,096	7,085	8,732	10,107
6	17399	5,868	0,500 (fixed)	85,718	0,000	0,000	0,000	1,299	2,553	3,771	4,947	6,051	7,049	8,721	10,122
7	18150	6,042	0,500 (fixed)	85,340	0,000	0,000	0,000	1,289	2,530	3,736	4,904	6,007	7,014	8,713	10,139
8	18909	6,216	0,500 (fixed)	84,975	0,000	0,000	0,000	1,278	2,507	3,703	4,862	5,965	6,980	8,705	10,158
9	19672	6,390	0,500 (fixed)	84,642	0,000	0,000	0,000	1,265	2,486	3,671	4,824	5,926	6,947	8,698	10,177
10	20440	6,564	0,500 (fixed)	84,343	0,000	0,000	0,000	1,251	2,464	3,641	4,787	5,888	6,916	8,693	10,198
11	21212	6,737	0,500 (fixed)	84,076	0,000	0,000	0,000	1,236	2,443	3,613	4,753	5,853	6,887	8,688	10,218
12	21988	6,911	0,500 (fixed)	83,837	0,000	0,000	0,000	1,222	2,422	3,586	4,720	5,820	6,859	8,684	10,235
13	22767	7,085	0,500 (fixed)	83,624	0,000	0,000	0,000	1,208	2,402	3,560	4,690	5,788	6,833	8,681	10,248
14	23549	7,258	0,500 (fixed)	83,434	0,000	0,000	0,000	1,195	2,381	3,535	4,661	5,759	6,808	8,678	10,256
15	24335	7,432	0,500 (fixed)	83,266	0,000	0,000	0,000	1,183	2,361	3,511	4,634	5,731	6,784	8,677	10,260
16	25124	7,606	0,500 (fixed)	83,117	0,000	0,000	0,000	1,172	2,341	3,488	4,608	5,704	6,762	8,675	10,260
17	25916	7,779	0,500 (fixed)	82,986	0,000	0,000	0,000	1,161	2,322	3,466	4,584	5,679	6,741	8,675	10,257
18	26710	7,953	0,500 (fixed)	82,871	0,000	0,000	0,000	1,152	2,304	3,445	4,561	5,656	6,721	8,675	10,250
19	27508	8,127	0,500 (fixed)	82,770	0,000	0,000	0,000	1,143	2,287	3,424	4,539	5,634	6,703	8,676	10,239
20	28308	8,300	0,500 (fixed)	82,682	0,000	0,000	0,000	1,135	2,272	3,404	4,518	5,613	6,685	8,677	10,226


	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 0,0 deg.	KN 5,0 deg. Port.	KN 10,0 deg. Port.	KN 15,0 deg. Port.	KN 20,0 deg. Port.	KN 25,0 deg. Port.	KN 30,0 deg. Port.	KN 40,0 deg. Port.	KN 50,0 deg. Port.
1	13905	5,000	0,500 (fixed)	87,065	0,000	0,000	0,000	1,338	2,677	3,973	5,193	6,291	7,240	8,787	10,065
2	14573	5,174	0,500 (fixed)	86,856	0,000	0,000	0,000	1,330	2,650	3,929	5,140	6,240	7,200	8,771	10,072
3	15256	5,347	0,500 (fixed)	86,621	0,000	0,000	0,000	1,322	2,624	3,886	5,089	6,191	7,160	8,756	10,081
4	15953	5,521	0,500 (fixed)	86,360	0,000	0,000	0,000	1,315	2,600	3,846	5,040	6,143	7,122	8,743	10,093
5	16667	5,695	0,500 (fixed)	86,061	0,000	0,000	0,000	1,307	2,576	3,808	4,992	6,096	7,085	8,732	10,107
6	17399	5,868	0,500 (fixed)	85,718	0,000	0,000	0,000	1,299	2,553	3,771	4,947	6,051	7,049	8,721	10,122
7	18150	6,042	0,500 (fixed)	85,340	0,000	0,000	0,000	1,289	2,530	3,736	4,904	6,007	7,014	8,713	10,139
8	18909	6,216	0,500 (fixed)	84,975	0,000	0,000	0,000	1,278	2,507	3,703	4,862	5,965	6,980	8,705	10,158
9	19672	6,390	0,500 (fixed)	84,642	0,000	0,000	0,000	1,265	2,486	3,671	4,824	5,926	6,947	8,698	10,177
10	20440	6,564	0,500 (fixed)	84,343	0,000	0,000	0,000	1,251	2,464	3,641	4,787	5,888	6,916	8,693	10,198
11	21212	6,737	0,500 (fixed)	84,076	0,000	0,000	0,000	1,236	2,443	3,613	4,753	5,853	6,887	8,688	10,218
12	21988	6,911	0,500 (fixed)	83,837	0,000	0,000	0,000	1,222	2,422	3,586	4,720	5,820	6,859	8,684	10,235
13	22767	7,085	0,500 (fixed)	83,624	0,000	0,000	0,000	1,208	2,402	3,560	4,690	5,788	6,833	8,681	10,248
14	23549	7,258	0,500 (fixed)	83,434	0,000	0,000	0,000	1,195	2,381	3,535	4,661	5,759	6,808	8,678	10,256
15	24335	7,432	0,500 (fixed)	83,266	0,000	0,000	0,000	1,183	2,361	3,511	4,634	5,731	6,784	8,677	10,260
16	25124	7,606	0,500 (fixed)	83,117	0,000	0,000	0,000	1,172	2,341	3,488	4,608	5,704	6,762	8,675	10,260
17	25916	7,779	0,500 (fixed)	82,986	0,000	0,000	0,000	1,161	2,322	3,466	4,584	5,679	6,741	8,675	10,257
18	26710	7,953	0,500 (fixed)	82,871	0,000	0,000	0,000	1,152	2,304	3,445	4,561	5,656	6,721	8,675	10,250
19	27508	8,127	0,500 (fixed)	82,770	0,000	0,000	0,000	1,143	2,287	3,424	4,539	5,634	6,703	8,676	10,239
20	28308	8,300	0,500 (fixed)	82,682	0,000	0,000	0,000	1,135	2,272	3,404	4,518	5,613	6,685	8,677	10,226

# ANEXO III:

Puntos PIP y zona estanca



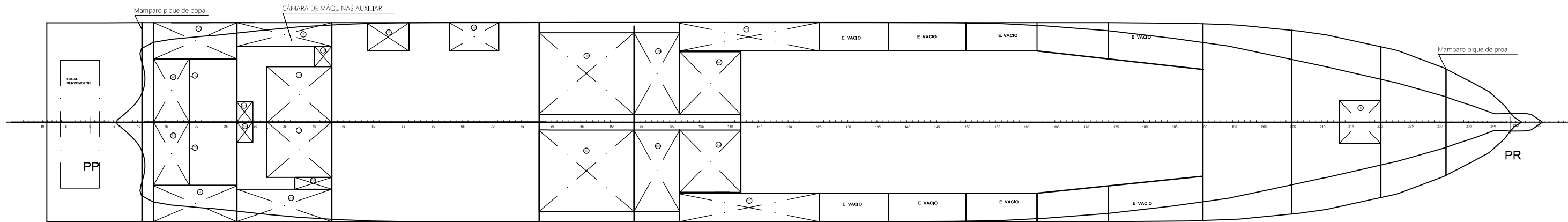


Nombre:		Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:
Noelia López Puentenueva					Nº17-26
Ro-ro 2800 ml				Curso: 2016 -17	Nº Plano: 1
Puntos de inundación progresiva			Fecha: 22/04/2017	Escala: 1:600	Hoja: 1

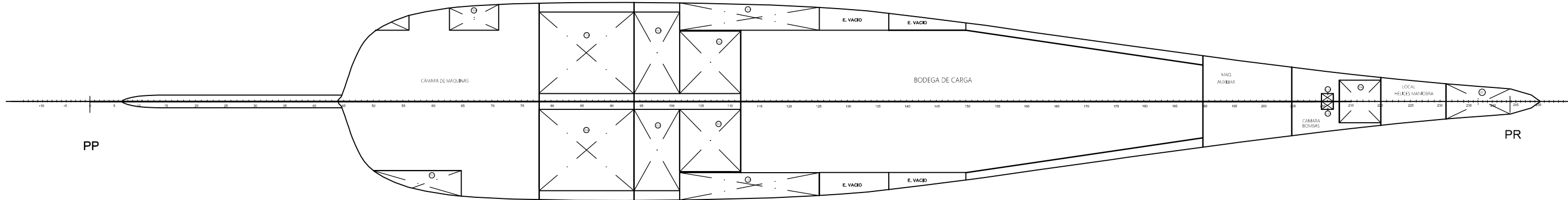


# ANEXO IV:

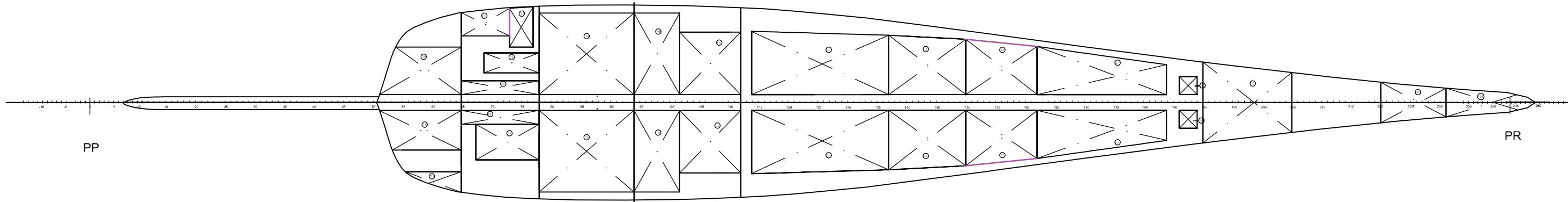
Plano de tanques



CUBIERTA 2  
4200/5160 mm. sobre L.B.



CUBIERTA 1  
2000 mm. sobre L.B.  
243 metros calle



TAPA TANQUES

MARCA	CANT.	DENOMINACION	Volumen 100 % (m3)
T01	2	TANQUE SENTINAS BODEGA	9.659
T02	2	TANQUE ALMACEN MDF (BR/ER)	370.44
T03	2	TANQUE ALMACEN MDF (BR/ER)	423.948
T04	2	TANQUE ALMACEN MDF (BR/ER)	847.896
T05	2	TANQUE AGUAS OLEOSAS	16.505
T06	1	TANQUE ALMACÉN ACEITE	20.574
T07	1	TANQUE S.DIARIO ACEITE	18.502
T08	1	TANQUE S.DIARIO ACEITE	25.34
T09	1	TANQUE ALMACEN MDF (BR/ER)	102.967
T10	1	TANQUE S.DIARIO ACEITE	21.594
T11	1	TANQUE ACEITE SUCIO	42.672
T12	1	TANQUE S.DIARIO ACEITE	23.369
T13	1	TANQUE AGUA CALDERAS	84.095
T14	1	TANQUE AGUA DULCE	64.697
T15	1	TANQUE AGUA GRISES	1.47
T16	1	TANQUE AGUA NEGRAS	1.47
T17	2	TANQUE ANTIESCORA	387.639
T18	1	TANQUE AGUA TÉCNICA	43.862
T19	1	TANQUE SEDIMENTACIÓN SENTINAS	30.239
T20	2	TANQUE SEDIMENTACIÓN MDF(ER/BR)	132.381
T21	1	TANQUE LODOS	22.665
T22	2	TANQUE REBOSES MDF	50.241
T23	1	TANQUE ACEITE LIMPIO MM.AA	20.259
T24	1	TANQUE ACEITE SUCIO MM.AA	20.259
T25	1	TANQUE S.DIARIO MDF (ER/BR)	70.497
L01	1	LASTRE PIQUE DE PROA	318.667
L02	1	LASTRE	40.561
L03	1	LASTRE	162.253
L04	2	LASTRE	147.151
L05	2	LASTRE	107.012
L06	2	LASTRE	131.435
L07	2	LASTRE	260.556
L08	1	LASTRE	174.712
L09	1	LASTRE	118.602
L10	2	LASTRE	89.132

# ANEXO V:

Tablas de sondas

ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A.Negras	1,000	0,000	100,000	1,470	1,470	154,350	0,500	2,500	0,000
	0,950	0,050	99,291	1,460	1,460	154,350	0,503	2,497	0,003
	0,916	0,084	98,000	1,441	1,441	154,350	0,507	2,490	0,014
	0,914	0,086	97,900	1,439	1,439	154,350	0,507	2,490	0,015
	0,900	0,100	97,164	1,428	1,428	154,350	0,509	2,486	0,024
	0,850	0,150	93,620	1,376	1,376	154,350	0,515	2,469	0,081
	0,800	0,200	88,816	1,306	1,306	154,350	0,517	2,446	0,131
	0,750	0,250	83,816	1,232	1,232	154,350	0,518	2,421	0,131
	0,700	0,300	78,816	1,159	1,159	154,350	0,519	2,396	0,131
	0,650	0,350	73,816	1,085	1,085	154,350	0,520	2,371	0,131
	0,600	0,400	68,816	1,012	1,012	154,350	0,521	2,346	0,131
	0,550	0,450	63,816	0,938	0,938	154,350	0,523	2,321	0,131
	0,500	0,500	58,816	0,865	0,865	154,350	0,525	2,296	0,131
	0,450	0,550	53,816	0,791	0,791	154,350	0,527	2,271	0,131
	0,400	0,600	48,816	0,718	0,718	154,350	0,530	2,247	0,131
	0,350	0,650	43,816	0,644	0,644	154,350	0,534	2,222	0,131
	0,300	0,700	38,816	0,571	0,571	154,350	0,538	2,197	0,131
	0,250	0,750	33,816	0,497	0,497	154,350	0,543	2,173	0,131
	0,200	0,800	28,816	0,424	0,424	154,350	0,551	2,149	0,131
	0,150	0,850	23,816	0,350	0,350	154,350	0,562	2,125	0,131
	0,100	0,900	18,816	0,277	0,277	154,350	0,578	2,101	0,131
	0,050	0,950	13,816	0,203	0,203	154,350	0,606	2,078	0,131
	0,000	1,000	8,816	0,130	0,130	154,350	0,667	2,059	0,131
	0,000	1,000	1,000	0,015	0,015	154,350	0,888	2,020	0,005

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A.Oleosas	1,388	0,000	100,000	16,505	16,505	54,635	-9,230	1,015	0,000
	1,388	0,000	98,000	16,175	16,175	54,635	-9,178	1,004	0,320
	1,388	0,000	97,900	16,159	16,159	54,635	-9,175	1,003	0,344
	1,388	0,000	63,217	10,434	10,434	54,645	-8,642	0,826	21,655
	1,300	0,088	56,488	9,324	9,324	54,648	-8,582	0,784	19,821
	1,200	0,188	49,099	8,104	8,104	54,653	-8,508	0,737	17,672
	1,100	0,288	42,006	6,933	6,933	54,659	-8,426	0,690	15,446
	1,000	0,388	35,253	5,819	5,819	54,666	-8,335	0,645	13,211
	0,900	0,488	28,890	4,768	4,768	54,675	-8,236	0,600	10,854
	0,800	0,588	22,978	3,793	3,793	54,686	-8,126	0,557	8,485
	0,700	0,688	17,590	2,903	2,903	54,700	-8,006	0,514	6,242
	0,600	0,788	12,795	2,112	2,112	54,719	-7,876	0,473	4,251
	0,500	0,888	8,659	1,429	1,429	54,746	-7,736	0,432	2,606
	0,400	0,988	5,254	0,867	0,867	54,788	-7,585	0,393	1,359
	0,300	1,088	2,661	0,439	0,439	54,863	-7,427	0,353	0,540
	0,204	1,184	1,000	0,165	0,165	55,018	-7,277	0,314	0,145
	0,200	1,188	0,943	0,156	0,156	55,029	-7,270	0,312	0,134
	0,100	1,288	0,128	0,021	0,021	55,482	-7,132	0,263	0,010
	0,000	1,388	0,000	0,000	0,000	56,083	-7,000	0,212	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Pique pr lastre	8,300	0,000	100,000	318,667	326,633	175,758	0,000	4,742	0,000
	8,300	0,000	98,000	312,293	320,101	175,801	0,086	4,675	7,066
	8,300	0,000	97,900	311,975	319,774	175,803	0,090	4,671	7,531
	8,300	0,000	92,874	295,957	303,356	175,863	0,220	4,502	39,824
	8,000	0,300	90,256	287,616	294,806	175,883	0,262	4,411	58,446
	7,500	0,800	85,055	271,041	277,817	175,926	0,309	4,222	98,160
	7,000	1,300	79,070	251,968	258,268	175,996	0,312	3,989	148,626
	6,500	1,800	72,689	231,636	237,426	176,113	0,259	3,722	204,855
	6,000	2,300	66,494	211,893	217,190	176,282	0,177	3,452	213,914
	5,500	2,800	60,338	192,277	197,084	176,418	0,127	3,198	142,108
	5,000	3,300	53,986	172,036	176,337	176,486	0,130	2,958	94,341
	4,500	3,800	47,355	150,905	154,677	176,503	0,161	2,720	84,207
	4,000	4,300	40,411	128,778	131,997	176,488	0,202	2,470	86,280

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	3,500	4,800	33,307	106,138	108,792	176,445	0,246	2,209	85,044
	3,000	5,300	26,300	83,809	85,904	176,374	0,290	1,936	77,896
	2,500	5,800	19,602	62,464	64,025	176,264	0,327	1,652	65,149
	2,000	6,300	13,463	42,901	43,974	176,108	0,347	1,353	49,249
	1,500	6,800	8,137	25,929	26,577	175,876	0,344	1,036	31,091
	1,000	7,300	3,943	12,566	12,880	175,546	0,312	0,703	14,313
	0,500	7,800	1,149	3,661	3,753	175,025	0,251	0,359	3,628
	0,462	7,838	1,000	3,187	3,266	174,973	0,245	0,332	3,099
	0,000	8,300	0,002	0,006	0,006	172,351	0,265	0,039	0,005

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aqua dulce	4,000	0,000	100,000	111,153	111,153	158,475	0,000	5,500	0,000
	4,000	0,000	98,000	108,930	108,930	158,475	0,045	5,463	1,929
	4,000	0,000	97,900	108,819	108,819	158,475	0,047	5,461	2,075
	4,000	0,000	75,432	83,845	83,845	158,475	0,293	5,062	83,040
	3,800	0,200	70,432	78,288	78,288	158,475	0,314	4,966	83,040
	3,600	0,400	65,432	72,730	72,730	158,475	0,338	4,870	83,040
	3,400	0,600	60,432	67,172	67,172	158,475	0,366	4,775	83,040
	3,200	0,800	55,432	61,615	61,615	158,475	0,399	4,681	83,040
	3,000	1,000	50,432	56,057	56,057	158,475	0,438	4,588	83,040
	2,800	1,200	45,432	50,499	50,499	158,475	0,487	4,497	83,040
	2,600	1,400	40,432	44,942	44,942	158,475	0,547	4,408	83,040
	2,400	1,600	35,432	39,384	39,384	158,475	0,624	4,322	83,040
	2,200	1,800	30,432	33,826	33,826	158,475	0,727	4,241	83,040
	2,000	2,000	25,432	28,269	28,269	158,475	0,869	4,167	83,040
	1,800	2,200	20,606	22,904	22,904	158,475	1,052	4,100	63,786
	1,600	2,400	16,281	18,097	18,097	158,475	1,235	4,033	44,799
	1,400	2,600	12,465	13,856	13,856	158,475	1,418	3,967	30,012
	1,200	2,800	9,158	10,180	10,180	158,475	1,601	3,900	18,899
	1,000	3,000	6,360	7,069	7,069	158,475	1,784	3,833	10,937
	0,800	3,200	4,070	4,524	4,524	158,475	1,967	3,767	5,600
	0,600	3,400	2,290	2,545	2,545	158,475	2,151	3,700	2,362
	0,400	3,600	1,018	1,131	1,131	158,475	2,334	3,633	0,700
	0,397	3,603	1,000	1,112	1,112	158,475	2,337	3,632	0,682
	0,200	3,800	0,254	0,283	0,283	158,475	2,517	3,567	0,087
	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000	158,475	2,700	3,500	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
S.Diario MDF Er	2,000	0,000	100,000	70,497	63,448	10,306	4,000	7,100	0,000
	1,900	0,100	99,914	70,437	63,393	10,306	4,003	7,099	0,008
	1,800	0,200	99,657	70,255	63,230	10,306	4,013	7,097	0,067
	1,700	0,300	99,227	69,953	62,957	10,306	4,029	7,093	0,228
	1,600	0,400	98,626	69,529	62,576	10,306	4,051	7,088	0,539
	1,517	0,483	98,000	69,087	62,179	10,306	4,073	7,083	0,948
	1,505	0,495	97,900	69,017	62,115	10,306	4,076	7,082	1,019
	1,500	0,500	97,854	68,984	62,086	10,306	4,078	7,082	1,054
	1,400	0,600	96,909	68,318	61,486	10,306	4,110	7,074	1,820
	1,300	0,700	95,793	67,531	60,778	10,306	4,148	7,066	2,891
	1,200	0,800	94,505	66,623	59,961	10,306	4,190	7,057	4,315
	1,100	0,900	93,045	65,595	59,035	10,306	4,237	7,048	6,144
	1,000	1,000	91,414	64,444	58,000	10,306	4,290	7,037	8,428
	0,900	1,100	89,611	63,173	56,856	10,306	4,347	7,027	11,218
	0,800	1,200	87,636	61,781	55,603	10,306	4,409	7,015	14,564
	0,700	1,300	85,490	60,268	54,241	10,306	4,477	7,004	18,517
	0,600	1,400	83,172	58,634	52,770	10,306	4,550	6,992	23,127
	0,500	1,500	80,682	56,878	51,191	10,306	4,629	6,980	28,445
	0,400	1,600	78,020	55,002	49,502	10,306	4,714	6,969	34,522
	0,300	1,700	75,187	53,005	47,704	10,306	4,806	6,957	41,408
	0,200	1,800	72,182	50,886	45,798	10,306	4,906	6,946	49,153
	0,100	1,900	69,005	48,647	43,782	10,306	5,015	6,935	57,809
	0,000	2,000	65,657	46,286	41,657	10,306	5,134	6,926	67,425
	0,000	2,000	1,000	0,705	0,634	10,306	7,687	6,214	0,335

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
-----------	------------	----------	--------	-------------------------	----------------	-------	-------	-------	-------------

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

S.Diario MDF Br	2,000	0,000	100,000	70,497	63,448	10,306	-4,000	7,100	0,000
	2,000	0,000	98,000	69,087	62,179	10,306	-3,927	7,083	0,948
	2,000	0,000	97,900	69,017	62,115	10,306	-3,924	7,082	1,019
	2,000	0,000	34,343	24,211	21,790	10,306	-1,832	6,767	67,425
	1,900	0,100	30,995	21,851	19,666	10,306	-1,740	6,733	57,809
	1,800	0,200	27,818	19,611	17,650	10,306	-1,648	6,700	49,153
	1,700	0,300	24,813	17,493	15,743	10,306	-1,557	6,667	41,408
	1,600	0,400	21,980	15,495	13,946	10,306	-1,465	6,633	34,522
	1,500	0,500	19,318	13,619	12,257	10,306	-1,374	6,600	28,445
	1,400	0,600	16,828	11,863	10,677	10,306	-1,282	6,567	23,127
	1,300	0,700	14,510	10,229	9,206	10,306	-1,191	6,533	18,517
	1,200	0,800	12,364	8,716	7,844	10,306	-1,099	6,500	14,564
	1,100	0,900	10,389	7,324	6,592	10,306	-1,007	6,467	11,218
	1,000	1,000	8,586	6,053	5,448	10,306	-0,916	6,433	8,428
	0,900	1,100	6,955	4,903	4,412	10,306	-0,824	6,400	6,144
	0,800	1,200	5,495	3,874	3,486	10,306	-0,733	6,367	4,315
	0,700	1,300	4,207	2,966	2,669	10,306	-0,641	6,333	2,891
	0,600	1,400	3,091	2,179	1,961	10,306	-0,549	6,300	1,820
	0,500	1,500	2,146	1,513	1,362	10,306	-0,458	6,267	1,054
	0,400	1,600	1,374	0,968	0,872	10,306	-0,366	6,233	0,539
	0,341	1,659	1,000	0,705	0,634	10,306	-0,313	6,214	0,335
	0,300	1,700	0,773	0,545	0,490	10,306	-0,275	6,200	0,228
	0,200	1,800	0,343	0,242	0,218	10,306	-0,183	6,167	0,067
	0,100	1,900	0,086	0,061	0,054	10,306	-0,092	6,133	0,008
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	10,306	0,000	6,100	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre pp1	2,220	0,000	100,000	89,132	91,361	26,962	3,362	3,593	0,000
	2,200	0,020	99,995	89,128	91,356	26,962	3,362	3,593	0,000
	2,100	0,120	99,822	88,973	91,198	26,963	3,367	3,592	0,030
	2,000	0,220	99,400	88,598	90,813	26,965	3,381	3,588	0,186
	1,900	0,320	98,732	88,002	90,202	26,968	3,401	3,584	0,574
	1,818	0,402	98,000	87,350	89,533	26,972	3,423	3,579	1,136
	1,808	0,412	97,900	87,260	89,442	26,972	3,426	3,578	1,222
	1,800	0,420	97,815	87,185	89,364	26,973	3,428	3,578	1,297
	1,700	0,520	96,651	86,147	88,300	26,978	3,462	3,570	2,462
	1,600	0,620	95,238	84,888	87,010	26,985	3,501	3,562	4,173
	1,500	0,720	93,579	83,409	85,494	26,994	3,547	3,553	6,535
	1,400	0,820	91,671	81,708	83,751	27,004	3,599	3,543	9,654
	1,300	0,920	89,516	79,787	81,782	27,016	3,657	3,532	13,634
	1,200	1,020	87,113	77,645	79,587	27,031	3,721	3,521	18,580
	1,100	1,120	84,462	75,283	77,165	27,047	3,791	3,510	24,598
	1,000	1,220	81,563	72,699	74,517	27,067	3,869	3,498	31,793
	0,900	1,320	78,422	69,899	71,647	27,089	3,954	3,487	39,791
	0,800	1,420	75,059	66,901	68,574	27,114	4,046	3,475	48,241
	0,700	1,520	71,498	63,728	65,321	27,141	4,145	3,464	57,011
	0,600	1,620	67,767	60,403	61,913	27,169	4,250	3,453	65,948
	0,500	1,720	63,896	56,952	58,375	27,198	4,361	3,442	75,001
	0,400	1,820	59,908	53,398	54,733	27,227	4,476	3,431	83,116
	0,300	1,920	55,832	49,765	51,009	27,257	4,597	3,421	90,548
	0,200	2,020	51,695	46,077	47,229	27,287	4,720	3,409	96,752
	0,100	2,120	47,525	42,360	43,419	27,319	4,845	3,397	100,994
	0,000	2,220	43,348	38,637	39,603	27,355	4,968	3,383	102,400
	0,000	2,220	1,000	0,891	0,914	29,485	6,481	2,750	1,276

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre pp2	2,220	0,000	100,000	89,132	91,361	26,962	-3,362	3,593	0,000
	2,220	0,000	98,000	87,350	89,533	26,972	-3,295	3,579	1,136
	2,220	0,000	97,900	87,260	89,442	26,972	-3,292	3,578	1,222
	2,220	0,000	35,092	31,278	32,060	27,288	-1,523	3,248	78,145
	2,200	0,020	34,325	30,594	31,359	27,296	-1,508	3,240	75,836
	2,100	0,120	30,617	27,290	27,972	27,340	-1,434	3,199	64,980
	2,000	0,220	27,125	24,177	24,781	27,390	-1,360	3,158	55,219
	1,900	0,320	23,847	21,255	21,787	27,446	-1,286	3,116	46,515
	1,800	0,420	20,785	18,526	18,989	27,509	-1,213	3,074	38,807

ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

	1,700	0,520	17,939	15,989	16,389	27,581	-1,141	3,032	32,029
	1,600	0,620	15,309	13,645	13,987	27,663	-1,069	2,988	26,127
	1,500	0,720	12,897	11,495	11,783	27,759	-0,999	2,944	21,032
	1,400	0,820	10,702	9,539	9,777	27,869	-0,931	2,898	16,677
	1,300	0,920	8,724	7,776	7,970	27,998	-0,864	2,852	12,997
	1,200	1,020	6,963	6,206	6,362	28,151	-0,799	2,803	9,918
	1,100	1,120	5,422	4,832	4,953	28,330	-0,736	2,753	7,355
	1,000	1,220	4,104	3,658	3,750	28,529	-0,675	2,701	5,219
	0,900	1,320	3,012	2,684	2,751	28,732	-0,613	2,650	3,533
	0,800	1,420	2,128	1,897	1,944	28,936	-0,549	2,598	2,288
	0,700	1,520	1,434	1,278	1,310	29,138	-0,484	2,547	1,397
	0,620	1,600	1,000	0,891	0,914	29,299	-0,430	2,507	0,872
	0,600	1,620	0,907	0,809	0,829	29,338	-0,416	2,497	0,775
	0,500	1,720	0,528	0,470	0,482	29,541	-0,347	2,447	0,369
	0,400	1,820	0,272	0,242	0,249	29,745	-0,279	2,397	0,157
	0,300	1,920	0,116	0,104	0,106	29,942	-0,210	2,347	0,052
	0,200	2,020	0,036	0,032	0,032	30,137	-0,140	2,298	0,011
	0,100	2,120	0,005	0,004	0,004	30,338	-0,071	2,248	0,001
	0,000	2,220	0,000	0,000	0,000	30,553	0,000	2,200	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Aceite limpio MM.AA	4,000	0,000	100,000	19,853	18,265	19,579	1,292	6,100	0,000
	3,800	0,200	99,468	19,748	18,168	19,579	1,298	6,090	0,030
	3,612	0,388	98,000	19,456	17,900	19,579	1,311	6,062	0,219
	3,603	0,397	97,900	19,436	17,882	19,579	1,312	6,060	0,236
	3,600	0,400	97,873	19,431	17,877	19,579	1,312	6,059	0,240
	3,400	0,600	95,215	18,903	17,391	19,579	1,329	6,010	0,811
	3,200	0,800	91,494	18,165	16,711	19,579	1,344	5,939	1,923
	3,000	1,000	86,756	17,224	15,846	19,579	1,350	5,846	3,125
	2,800	1,200	81,756	16,231	14,933	19,579	1,354	5,746	3,125
	2,600	1,400	76,756	15,239	14,020	19,579	1,358	5,647	3,125
	2,400	1,600	71,756	14,246	13,106	19,579	1,363	5,548	3,125
	2,200	1,800	66,756	13,253	12,193	19,579	1,368	5,449	3,125
	2,000	2,000	61,756	12,261	11,280	19,579	1,374	5,350	3,125
	1,800	2,200	56,756	11,268	10,367	19,579	1,381	5,251	3,125
	1,600	2,400	51,756	10,275	9,453	19,579	1,390	5,153	3,125
	1,400	2,600	46,756	9,283	8,540	19,579	1,400	5,055	3,125
	1,200	2,800	41,756	8,290	7,627	19,579	1,413	4,957	3,125
	1,000	3,000	36,756	7,297	6,714	19,579	1,430	4,860	3,125
	0,800	3,200	31,756	6,305	5,800	19,579	1,451	4,764	3,125
	0,600	3,400	26,756	5,312	4,887	19,579	1,481	4,670	3,125
	0,400	3,600	21,756	4,319	3,974	19,579	1,525	4,577	3,125
	0,200	3,800	16,756	3,327	3,061	19,579	1,594	4,490	3,125
	0,000	4,000	11,756	2,334	2,147	19,579	1,723	4,413	3,125
	0,000	4,000	1,000	0,199	0,183	19,579	2,333	4,191	0,078

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Aceite sucio MM.AA	4,000	0,000	100,000	20,259	18,638	19,559	-1,292	6,100	0,000
	4,000	0,000	98,000	19,853	18,265	19,559	-1,273	6,062	0,224
	4,000	0,000	97,900	19,833	18,246	19,559	-1,272	6,060	0,241
	4,000	0,000	88,244	17,877	16,447	19,559	-1,235	5,875	3,188
	3,800	0,200	83,244	16,864	15,515	19,559	-1,231	5,776	3,188
	3,600	0,400	78,244	15,851	14,583	19,559	-1,227	5,677	3,188
	3,400	0,600	73,244	14,838	13,651	19,559	-1,223	5,577	3,188
	3,200	0,800	68,244	13,825	12,719	19,559	-1,218	5,478	3,188
	3,000	1,000	63,244	12,812	11,787	19,559	-1,212	5,379	3,188
	2,800	1,200	58,244	11,799	10,855	19,559	-1,205	5,281	3,188
	2,600	1,400	53,244	10,786	9,924	19,559	-1,197	5,182	3,188
	2,400	1,600	48,244	9,773	8,992	19,559	-1,187	5,084	3,188
	2,200	1,800	43,244	8,761	8,060	19,559	-1,175	4,986	3,188
	2,000	2,000	38,244	7,748	7,128	19,559	-1,160	4,889	3,188
	1,800	2,200	33,244	6,735	6,196	19,559	-1,140	4,793	3,188

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	1,600	2,400	28,244	5,722	5,264	19,559	-1,113	4,697	3,188
	1,400	2,600	23,244	4,709	4,332	19,559	-1,074	4,605	3,188
	1,200	2,800	18,244	3,696	3,400	19,559	-1,014	4,515	3,188
	1,000	3,000	13,244	2,683	2,468	19,559	-0,910	4,434	3,188
	0,800	3,200	8,506	1,723	1,585	19,559	-0,733	4,367	1,962
	0,600	3,400	4,785	0,969	0,892	19,559	-0,549	4,300	0,828
	0,400	3,600	2,127	0,431	0,396	19,559	-0,366	4,233	0,245
	0,274	3,726	1,000	0,203	0,186	19,559	-0,251	4,191	0,079
	0,200	3,800	0,532	0,108	0,099	19,559	-0,183	4,167	0,031
	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000	19,559	0,000	4,100	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Reboses MDF	2,000	0,000	100,000	50,241	50,241	10,415	-3,718	5,366	0,000
	2,000	0,000	98,000	49,236	49,236	10,417	-3,638	5,353	0,633
	2,000	0,000	97,900	49,186	49,186	10,417	-3,634	5,353	0,682
	2,000	0,000	29,709	14,926	14,926	10,464	-1,188	5,016	24,540
	1,900	0,100	26,545	13,337	13,337	10,468	-1,112	4,972	20,292
	1,800	0,200	23,587	11,850	11,850	10,472	-1,038	4,927	16,618
	1,700	0,300	20,831	10,466	10,466	10,476	-0,965	4,881	13,457
	1,600	0,400	18,274	9,181	9,181	10,479	-0,893	4,835	10,765
	1,500	0,500	15,914	7,995	7,995	10,481	-0,823	4,788	8,488
	1,400	0,600	13,748	6,907	6,907	10,483	-0,754	4,740	6,585
	1,300	0,700	11,773	5,915	5,915	10,482	-0,688	4,691	5,013
	1,200	0,800	9,987	5,018	5,018	10,478	-0,625	4,641	3,730
	1,100	0,900	8,389	4,215	4,215	10,470	-0,565	4,589	2,704
	1,000	1,000	6,976	3,505	3,505	10,455	-0,510	4,537	1,896
	0,900	1,100	5,748	2,888	2,888	10,429	-0,463	4,484	1,277
	0,800	1,200	4,694	2,358	2,358	10,390	-0,424	4,431	0,821
	0,700	1,300	3,788	1,903	1,903	10,345	-0,396	4,378	0,505
	0,600	1,400	3,015	1,515	1,515	10,292	-0,375	4,327	0,301
	0,500	1,500	2,340	1,176	1,176	10,251	-0,357	4,279	0,217
	0,400	1,600	1,701	0,854	0,854	10,238	-0,332	4,235	0,206
	0,300	1,700	1,054	0,529	0,529	10,256	-0,279	4,197	0,211
	0,292	1,708	1,000	0,502	0,502	10,259	-0,271	4,194	0,211
	0,200	1,800	0,480	0,241	0,241	10,299	-0,184	4,166	0,072
	0,100	1,900	0,120	0,061	0,061	10,306	-0,092	4,133	0,009
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	10,306	0,000	4,100	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Reboses MDF	2,000	0,000	100,000	50,241	50,241	10,415	3,718	5,366	0,000
	1,900	0,100	99,880	50,180	50,180	10,415	3,722	5,365	0,009
	1,800	0,200	99,518	49,999	49,999	10,416	3,735	5,362	0,075
	1,700	0,300	98,916	49,696	49,696	10,416	3,756	5,359	0,253
	1,600	0,400	98,072	49,272	49,272	10,417	3,784	5,354	0,599
	1,593	0,407	98,000	49,236	49,236	10,417	3,786	5,353	0,633
	1,582	0,418	97,900	49,186	49,186	10,417	3,789	5,353	0,682
	1,500	0,500	96,988	48,728	48,728	10,419	3,819	5,348	1,171
	1,400	0,600	95,663	48,062	48,062	10,420	3,861	5,341	2,023
	1,300	0,700	94,097	47,275	47,275	10,422	3,911	5,334	3,212
	1,200	0,800	92,290	46,367	46,367	10,424	3,967	5,327	4,795
	1,100	0,900	90,241	45,338	45,338	10,427	4,031	5,319	6,827
	1,000	1,000	87,952	44,188	44,188	10,430	4,102	5,311	9,365
	0,900	1,100	85,422	42,917	42,917	10,434	4,180	5,303	12,464
	0,800	1,200	82,651	41,525	41,525	10,438	4,267	5,295	16,182
	0,700	1,300	79,640	40,012	40,012	10,443	4,364	5,289	20,574
	0,600	1,400	76,388	38,378	38,378	10,449	4,471	5,283	25,550
	0,500	1,500	72,914	36,633	36,633	10,455	4,588	5,278	30,821
	0,400	1,600	69,224	34,779	34,779	10,463	4,718	5,275	36,994
	0,300	1,700	65,307	32,811	32,811	10,472	4,863	5,275	44,215
	0,200	1,800	61,174	30,734	30,734	10,483	5,026	5,277	51,990
	0,100	1,900	56,873	28,574	28,574	10,494	5,210	5,283	60,669
	0,000	2,000	52,463	26,358	26,358	10,503	5,414	5,293	68,812
	0,000	2,000	1,000	0,502	0,502	11,222	7,667	4,876	0,401



ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Almacén MDF Er	7,000	0,000	100,000	847,896	763,106	62,850	6,150	4,500	0,000
	6,500	0,500	99,524	843,857	759,472	62,850	6,172	4,484	2,812
	6,000	1,000	98,095	831,741	748,567	62,850	6,232	4,438	22,495
	5,975	1,025	98,000	830,938	747,844	62,850	6,236	4,436	24,192
	5,950	1,050	97,900	830,090	747,081	62,850	6,240	4,432	26,029
	5,500	1,500	95,713	811,547	730,392	62,850	6,319	4,366	75,921
	5,000	2,000	92,379	783,275	704,948	62,850	6,424	4,266	179,961
	4,500	2,500	88,092	746,926	672,234	62,850	6,537	4,140	351,486
	4,000	3,000	82,852	702,500	632,250	62,850	6,647	3,983	607,367
	3,500	3,500	76,660	649,995	584,996	62,850	6,742	3,790	964,477
	3,000	4,000	69,635	590,432	531,389	62,850	6,810	3,557	1185,214
	2,500	4,500	62,492	529,868	476,881	62,850	6,886	3,321	1185,214
	2,000	5,000	55,349	469,304	422,374	62,850	6,981	3,088	1185,214
	1,500	5,500	48,206	408,740	367,866	62,850	7,104	2,861	1185,214
	1,000	6,000	41,064	348,176	313,358	62,850	7,269	2,641	1185,214
	0,500	6,500	33,921	287,612	258,851	62,850	7,505	2,434	1185,214
	0,000	7,000	26,778	227,048	204,343	62,850	7,867	2,250	1185,214
	0,000	7,000	1,000	8,479	7,631	62,850	10,637	1,241	8,553

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Almacén MDF Br	7,000	0,000	100,000	847,896	763,106	62,850	-6,150	4,500	0,000
	7,000	0,000	98,000	830,938	747,844	62,850	-6,064	4,436	24,192
	7,000	0,000	97,900	830,090	747,081	62,850	-6,060	4,432	26,029
	7,000	0,000	73,222	620,848	558,763	62,850	-5,522	3,677	1185,214
	6,500	0,500	66,079	560,284	504,256	62,850	-5,454	3,439	1185,214
	6,000	1,000	58,936	499,720	449,748	62,850	-5,370	3,205	1185,214
	5,500	1,500	51,794	439,156	395,240	62,850	-5,262	2,974	1185,214
	5,000	2,000	44,651	378,592	340,733	62,850	-5,120	2,750	1185,214
	4,500	2,500	37,508	318,028	286,225	62,850	-4,924	2,536	1185,214
	4,000	3,000	30,365	257,464	231,718	62,850	-4,636	2,338	1185,214
	3,500	3,500	23,340	197,901	178,111	62,850	-4,205	2,167	964,476
	3,000	4,000	17,148	145,397	130,857	62,850	-3,747	2,000	607,367
	2,500	4,500	11,908	100,970	90,873	62,850	-3,290	1,833	351,486
	2,000	5,000	7,621	64,621	58,159	62,850	-2,832	1,667	179,961
	1,500	5,500	4,287	36,349	32,714	62,850	-2,374	1,500	75,921
	1,000	6,000	1,905	16,155	14,540	62,850	-1,916	1,333	22,495
	0,724	6,276	1,000	8,479	7,631	62,850	-1,663	1,241	8,553
	0,500	6,500	0,476	4,039	3,635	62,850	-1,458	1,167	2,812
	0,000	7,000	0,000	0,000	0,000	62,850	-1,000	1,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Almacén MDF Br	7,000	0,000	100,000	847,896	763,106	62,850	-6,150	4,500	0,000
	7,000	0,000	98,000	830,938	747,844	62,850	-6,064	4,436	24,192
	7,000	0,000	97,900	830,090	747,081	62,850	-6,060	4,432	26,029
	7,000	0,000	73,222	620,848	558,763	62,850	-5,522	3,677	1185,214
	6,500	0,500	66,079	560,284	504,256	62,850	-5,454	3,439	1185,214
	6,000	1,000	58,936	499,720	449,748	62,850	-5,370	3,205	1185,214
	5,500	1,500	51,794	439,156	395,240	62,850	-5,262	2,974	1185,214
	5,000	2,000	44,651	378,592	340,733	62,850	-5,120	2,750	1185,214
	4,500	2,500	37,508	318,028	286,225	62,850	-4,924	2,536	1185,214
	4,000	3,000	30,365	257,464	231,718	62,850	-4,636	2,338	1185,214
	3,500	3,500	23,340	197,901	178,111	62,850	-4,205	2,167	964,476
	3,000	4,000	17,148	145,397	130,857	62,850	-3,747	2,000	607,367
	2,500	4,500	11,908	100,970	90,873	62,850	-3,290	1,833	351,486
	2,000	5,000	7,621	64,621	58,159	62,850	-2,832	1,667	179,961
	1,500	5,500	4,287	36,349	32,714	62,850	-2,374	1,500	75,921
	1,000	6,000	1,905	16,155	14,540	62,850	-1,916	1,333	22,495
	0,724	6,276	1,000	8,479	7,631	62,850	-1,663	1,241	8,553
	0,500	6,500	0,476	4,039	3,635	62,850	-1,458	1,167	2,812
	0,000	7,000	0,000	0,000	0,000	62,850	-1,000	1,000	0,000

ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Almacén MDF Br	7,000	0,000	100,000	847,896	763,106	62,850	-6,150	4,500	0,000
	7,000	0,000	98,000	830,938	747,844	62,850	-6,064	4,436	24,192
	7,000	0,000	97,900	830,090	747,081	62,850	-6,060	4,432	26,029
	7,000	0,000	73,222	620,848	558,763	62,850	-5,522	3,677	1185,214
	6,500	0,500	66,079	560,284	504,256	62,850	-5,454	3,439	1185,214
	6,000	1,000	58,936	499,720	449,748	62,850	-5,370	3,205	1185,214
	5,500	1,500	51,794	439,156	395,240	62,850	-5,262	2,974	1185,214
	5,000	2,000	44,651	378,592	340,733	62,850	-5,120	2,750	1185,214
	4,500	2,500	37,508	318,028	286,225	62,850	-4,924	2,536	1185,214
	4,000	3,000	30,365	257,464	231,718	62,850	-4,636	2,338	1185,214
	3,500	3,500	23,340	197,901	178,111	62,850	-4,205	2,167	964,476
	3,000	4,000	17,148	145,397	130,857	62,850	-3,747	2,000	607,367
	2,500	4,500	11,908	100,970	90,873	62,850	-3,290	1,833	351,486
	2,000	5,000	7,621	64,621	58,159	62,850	-2,832	1,667	179,961
	1,500	5,500	4,287	36,349	32,714	62,850	-2,374	1,500	75,921
	1,000	6,000	1,905	16,155	14,540	62,850	-1,916	1,333	22,495
	0,724	6,276	1,000	8,479	7,631	62,850	-1,663	1,241	8,553
	0,500	6,500	0,476	4,039	3,635	62,850	-1,458	1,167	2,812
	0,000	7,000	0,000	0,000	0,000	62,850	-1,000	1,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Almacén MDF Br1	7,000	0,000	100,000	423,948	381,553	71,850	-6,150	4,500	0,000
	7,000	0,000	98,000	415,469	373,922	71,850	-6,064	4,436	12,096
	7,000	0,000	97,900	415,045	373,541	71,850	-6,060	4,432	13,015
	7,000	0,000	73,222	310,424	279,382	71,850	-5,522	3,677	592,607
	6,500	0,500	66,079	280,142	252,128	71,850	-5,454	3,439	592,607
	6,000	1,000	58,936	249,860	224,874	71,850	-5,370	3,205	592,607
	5,500	1,500	51,794	219,578	197,620	71,850	-5,262	2,974	592,607
	5,000	2,000	44,651	189,296	170,366	71,850	-5,120	2,750	592,607
	4,500	2,500	37,508	159,014	143,113	71,850	-4,924	2,536	592,607
	4,000	3,000	30,365	128,732	115,859	71,850	-4,636	2,338	592,607
	3,500	3,500	23,340	98,950	89,055	71,850	-4,205	2,167	482,238
	3,000	4,000	17,148	72,698	65,428	71,850	-3,747	2,000	303,684
	2,500	4,500	11,908	50,485	45,436	71,850	-3,290	1,833	175,743
	2,000	5,000	7,621	32,310	29,079	71,850	-2,832	1,667	89,980
	1,500	5,500	4,287	18,175	16,357	71,850	-2,374	1,500	37,960
	1,000	6,000	1,905	8,078	7,270	71,850	-1,916	1,333	11,248
	0,724	6,276	1,000	4,240	3,816	71,850	-1,663	1,241	4,277
	0,500	6,500	0,476	2,019	1,817	71,850	-1,458	1,167	1,406
	0,000	7,000	0,000	0,000	0,000	71,850	-1,000	1,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Almacén MDF Er1	7,000	0,000	100,000	423,948	381,553	71,850	6,150	4,500	0,000
	6,500	0,500	99,524	421,929	379,736	71,850	6,172	4,484	1,406
	6,000	1,000	98,095	415,870	374,283	71,850	6,232	4,438	11,248
	5,975	1,025	98,000	415,469	373,922	71,850	6,236	4,436	12,096
	5,950	1,050	97,900	415,045	373,541	71,850	6,240	4,432	13,015
	5,500	1,500	95,713	405,773	365,196	71,850	6,319	4,366	37,960
	5,000	2,000	92,379	391,638	352,474	71,850	6,424	4,266	89,980
	4,500	2,500	88,092	373,463	336,117	71,850	6,537	4,140	175,743
	4,000	3,000	82,852	351,250	316,125	71,850	6,647	3,983	303,684
	3,500	3,500	76,660	324,998	292,498	71,850	6,742	3,790	482,238
	3,000	4,000	69,635	295,216	265,694	71,850	6,810	3,557	592,607
	2,500	4,500	62,492	264,934	238,441	71,850	6,886	3,321	592,607
	2,000	5,000	55,349	234,652	211,187	71,850	6,981	3,088	592,607
	1,500	5,500	48,206	204,370	183,933	71,850	7,104	2,861	592,607
	1,000	6,000	41,064	174,088	156,679	71,850	7,269	2,641	592,607
	0,500	6,500	33,921	143,806	129,425	71,850	7,505	2,434	592,607
	0,000	7,000	26,778	113,524	102,172	71,850	7,867	2,250	592,607
	0,000	7,000	1,000	4,240	3,816	71,850	10,637	1,241	4,277

ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Almacén MDF Br11	7,000	0,000	100,000	370,440	333,396	78,225	-5,000	4,500	0,000
	7,000	0,000	98,000	363,031	326,728	78,225	-4,935	4,435	9,315
	7,000	0,000	97,900	362,661	326,395	78,225	-4,932	4,432	10,022
	7,000	0,000	79,202	293,395	264,055	78,225	-4,650	3,836	312,376
	6,500	0,500	72,059	266,935	240,241	78,225	-4,615	3,592	312,376
	6,000	1,000	64,916	240,475	216,427	78,225	-4,573	3,350	312,376
	5,500	1,500	57,773	214,015	192,613	78,225	-4,520	3,109	312,376
	5,000	2,000	50,630	187,555	168,799	78,225	-4,452	2,872	312,376
	4,500	2,500	43,487	161,095	144,985	78,225	-4,362	2,638	312,376
	4,000	3,000	36,345	134,635	121,171	78,225	-4,237	2,411	312,376
	3,500	3,500	29,202	108,175	97,357	78,225	-4,050	2,195	312,376
	3,000	4,000	22,059	81,715	73,543	78,225	-3,743	2,001	312,376
	2,500	4,500	15,332	56,796	51,116	78,225	-3,290	1,833	197,711
	2,000	5,000	9,812	36,349	32,714	78,225	-2,832	1,667	101,228
	1,500	5,500	5,519	20,446	18,402	78,225	-2,374	1,500	42,705
	1,000	6,000	2,453	9,087	8,179	78,225	-1,916	1,333	12,653
	0,638	6,362	1,000	3,704	3,334	78,225	-1,585	1,213	3,293
	0,500	6,500	0,613	2,272	2,045	78,225	-1,458	1,167	1,582
	0,000	7,000	0,000	0,000	0,000	78,225	-1,000	1,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Almacén MDF Er11	7,000	0,000	100,000	370,440	333,396	78,225	5,000	4,500	0,000
	6,500	0,500	99,387	368,168	331,351	78,225	5,022	4,479	1,582
	6,097	0,903	98,000	363,031	326,728	78,225	5,065	4,435	9,315
	6,075	0,925	97,900	362,661	326,395	78,225	5,068	4,432	10,022
	6,000	1,000	97,547	361,353	325,217	78,225	5,078	4,420	12,653
	5,500	1,500	94,481	349,994	314,994	78,225	5,153	4,325	42,706
	5,000	2,000	90,188	334,091	300,682	78,225	5,236	4,192	101,228
	4,500	2,500	84,668	313,644	282,280	78,225	5,310	4,017	197,711
	4,000	3,000	77,941	288,725	259,853	78,225	5,356	3,793	312,376
	3,500	3,500	70,798	262,265	236,039	78,225	5,392	3,549	312,376
	3,000	4,000	63,655	235,805	212,225	78,225	5,436	3,307	312,376
	2,500	4,500	56,513	209,345	188,411	78,225	5,491	3,067	312,376
	2,000	5,000	49,370	182,885	164,597	78,225	5,562	2,830	312,376
	1,500	5,500	42,227	156,425	140,783	78,225	5,657	2,597	312,376
	1,000	6,000	35,084	129,965	116,969	78,225	5,790	2,372	312,376
	0,500	6,500	27,941	103,505	93,155	78,225	5,992	2,159	312,376
	0,000	7,000	20,798	77,045	69,341	78,225	6,333	1,971	312,376
	0,000	7,000	1,000	3,704	3,334	78,225	8,415	1,213	3,293

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Lastre pp br	5,050	0,000	100,000	118,602	121,567	25,016	-10,915	6,208	0,000
	5,050	0,000	98,000	116,229	119,135	25,023	-10,888	6,174	1,432
	5,050	0,000	97,900	116,111	119,014	25,024	-10,887	6,172	1,541
	5,050	0,000	83,969	99,589	102,079	25,091	-10,788	5,934	32,088
	5,000	0,050	82,505	97,852	100,299	25,100	-10,783	5,908	31,991
	4,800	0,250	76,654	90,913	93,186	25,136	-10,761	5,801	31,421
	4,600	0,450	70,847	84,026	86,127	25,177	-10,736	5,693	30,613
	4,400	0,650	65,101	77,211	79,141	25,223	-10,709	5,584	29,494
	4,200	0,850	59,446	70,504	72,266	25,274	-10,679	5,475	27,953
	4,000	1,050	53,908	63,935	65,534	25,332	-10,647	5,365	26,153
	3,800	1,250	48,514	57,539	58,977	25,397	-10,612	5,255	24,071
	3,600	1,450	43,291	51,344	52,627	25,471	-10,575	5,145	21,866
	3,400	1,650	38,255	45,371	46,505	25,556	-10,536	5,034	19,623
	3,200	1,850	33,428	39,646	40,637	25,655	-10,495	4,923	17,354
	3,000	2,050	28,826	34,189	35,043	25,771	-10,452	4,811	15,169
	2,800	2,250	24,471	29,022	29,748	25,910	-10,406	4,698	13,036
	2,600	2,450	20,387	24,179	24,784	26,077	-10,359	4,583	10,994

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	2,400	2,650	16,599	19,687	20,179	26,283	-10,308	4,466	9,098
	2,200	2,850	13,147	15,592	15,982	26,534	-10,256	4,347	7,338
	2,000	3,050	10,069	11,942	12,240	26,843	-10,204	4,224	5,720
	1,800	3,250	7,406	8,783	9,003	27,221	-10,151	4,097	4,296
	1,600	3,450	5,200	6,167	6,321	27,658	-10,099	3,965	2,991
	1,400	3,650	3,480	4,127	4,230	28,091	-10,046	3,833	1,830
	1,200	3,850	2,196	2,605	2,670	28,491	-9,990	3,703	1,058
	1,000	4,050	1,278	1,516	1,554	28,873	-9,932	3,573	0,537
	0,920	4,130	1,000	1,186	1,216	29,022	-9,908	3,522	0,390
	0,800	4,250	0,663	0,786	0,806	29,237	-9,872	3,444	0,233
	0,600	4,450	0,287	0,340	0,349	29,570	-9,809	3,317	0,083
	0,400	4,650	0,089	0,106	0,109	29,890	-9,745	3,191	0,018
	0,200	4,850	0,013	0,016	0,016	30,173	-9,675	3,068	0,001
	0,000	5,050	0,000	0,000	0,000	30,443	-9,596	2,950	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Sedimentación MDF Er	3,825	0,000	100,000	132,381	119,143	13,477	10,031	6,530	0,000
	3,800	0,025	99,993	132,372	119,135	13,477	10,032	6,530	0,000
	3,600	0,225	99,459	131,665	118,498	13,478	10,041	6,523	0,224
	3,400	0,425	98,067	129,822	116,840	13,480	10,064	6,504	1,513
	3,393	0,432	98,000	129,733	116,760	13,480	10,065	6,503	1,592
	3,382	0,443	97,900	129,601	116,641	13,480	10,066	6,502	1,713
	3,200	0,625	95,817	126,844	114,159	13,484	10,095	6,475	4,817
	3,000	0,825	92,710	122,730	110,457	13,489	10,132	6,436	11,082
	2,800	1,025	88,745	117,481	105,733	13,496	10,170	6,387	21,259
	2,600	1,225	83,922	111,097	99,987	13,506	10,206	6,327	36,295
	2,400	1,425	78,242	103,578	93,220	13,519	10,233	6,254	57,139
	2,200	1,625	71,705	94,923	85,431	13,536	10,246	6,164	84,739
	2,000	1,825	64,583	85,495	76,946	13,559	10,242	6,060	91,133
	1,800	2,025	57,449	76,051	68,446	13,587	10,237	5,955	90,708
	1,600	2,225	50,333	66,632	59,969	13,623	10,230	5,849	89,880
	1,400	2,425	43,240	57,241	51,517	13,671	10,224	5,742	89,052
	1,200	2,625	36,168	47,880	43,092	13,738	10,215	5,633	88,129
	1,000	2,825	29,147	38,585	34,726	13,836	10,207	5,522	85,215
	0,800	3,025	22,212	29,404	26,464	13,993	10,202	5,408	81,647
	0,600	3,225	15,498	20,517	18,465	14,257	10,204	5,292	69,536
	0,400	3,425	9,352	12,380	11,142	14,708	10,209	5,171	50,740
	0,200	3,625	4,275	5,660	5,094	15,612	10,202	5,035	28,582
	0,000	3,825	1,151	1,524	1,372	17,123	10,193	4,881	8,942
	0,000	3,825	1,000	1,324	1,191	17,226	10,199	4,870	7,746

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Sedimentación MDF Br	3,825	0,000	100,000	132,381	119,143	13,477	-10,031	6,530	0,000
	3,825	0,000	98,000	129,733	116,760	13,480	-9,988	6,503	1,555
	3,825	0,000	97,900	129,601	116,641	13,480	-9,986	6,502	1,672
	3,825	0,000	71,111	94,137	84,723	13,536	-9,635	6,151	77,418
	3,800	0,025	70,278	93,035	83,731	13,538	-9,628	6,138	76,761
	3,600	0,225	63,615	84,215	75,793	13,559	-9,575	6,038	71,574
	3,400	0,425	57,124	75,622	68,060	13,584	-9,518	5,937	65,284
	3,200	0,625	50,848	67,314	60,582	13,613	-9,457	5,838	58,805
	3,000	0,825	44,793	59,298	53,368	13,648	-9,392	5,739	52,479
	2,800	1,025	38,993	51,620	46,458	13,688	-9,323	5,641	45,615
	2,600	1,225	33,467	44,304	39,874	13,738	-9,248	5,543	39,370
	2,400	1,425	28,229	37,369	33,632	13,799	-9,168	5,446	32,973
	2,200	1,625	23,324	30,877	27,789	13,875	-9,083	5,350	26,866
	2,000	1,825	18,767	24,843	22,359	13,973	-8,990	5,254	21,245
	1,800	2,025	14,619	19,353	17,417	14,100	-8,892	5,159	15,695
	1,600	2,225	10,919	14,454	13,009	14,272	-8,789	5,063	11,085
	1,400	2,425	7,712	10,209	9,188	14,510	-8,683	4,966	7,193
	1,200	2,625	5,047	6,681	6,013	14,856	-8,577	4,864	4,271
	1,000	2,825	2,958	3,916	3,525	15,370	-8,476	4,756	2,310
	0,800	3,025	1,490	1,973	1,776	16,065	-8,382	4,639	1,009

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	0,703	3,122	1,000	1,324	1,191	16,418	-8,339	4,581	0,614
	0,600	3,225	0,614	0,812	0,731	16,785	-8,292	4,520	0,334
	0,400	3,425	0,180	0,238	0,214	17,440	-8,201	4,400	0,069
	0,200	3,625	0,024	0,032	0,028	17,998	-8,108	4,283	0,005
	0,000	3,825	0,000	0,000	0,000	18,531	-8,000	4,175	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacit y m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Lastre C1	2,000	0,000	100,000	260,556	267,070	92,284	-4,839	1,010	0,000
	2,000	0,000	98,000	255,345	261,729	92,304	-4,767	0,993	4,118
	2,000	0,000	97,900	255,085	261,462	92,304	-4,764	0,993	4,420
	2,000	0,000	35,859	93,433	95,769	92,421	-2,831	0,667	294,815
	1,900	0,100	32,366	84,332	86,440	92,422	-2,740	0,633	253,634
	1,800	0,200	29,050	75,691	77,584	92,422	-2,648	0,600	215,960
	1,700	0,300	25,912	67,515	69,203	92,422	-2,557	0,567	182,005
	1,600	0,400	22,953	59,806	61,301	92,422	-2,465	0,533	151,745
	1,500	0,500	20,174	52,564	53,878	92,423	-2,374	0,500	125,036
	1,400	0,600	17,574	45,789	46,934	92,423	-2,282	0,467	101,659
	1,300	0,700	15,153	39,481	40,468	92,423	-2,191	0,433	81,394
	1,200	0,800	12,911	33,641	34,482	92,423	-2,099	0,400	64,019
	1,100	0,900	10,849	28,268	28,974	92,423	-2,007	0,367	49,311
	1,000	1,000	8,966	23,362	23,946	92,423	-1,916	0,333	37,048
	0,900	1,100	7,263	18,923	19,396	92,423	-1,824	0,300	27,008
	0,800	1,200	5,738	14,951	15,325	92,423	-1,733	0,267	18,968
	0,700	1,300	4,393	11,447	11,733	92,423	-1,641	0,233	12,707
	0,600	1,400	3,228	8,410	8,620	92,423	-1,549	0,200	8,002
	0,500	1,500	2,242	5,840	5,986	92,423	-1,458	0,167	4,631
	0,400	1,600	1,435	3,738	3,831	92,423	-1,366	0,133	2,371
	0,334	1,666	1,000	2,606	2,671	92,423	-1,306	0,111	1,380
	0,300	1,700	0,807	2,103	2,155	92,423	-1,275	0,100	1,000
	0,200	1,800	0,359	0,934	0,958	92,423	-1,183	0,067	0,296
	0,100	1,900	0,090	0,234	0,239	92,423	-1,092	0,033	0,037
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	92,423	-1,000	0,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Lastre C1	2,000	0,000	100,000	260,556	267,070	92,284	4,839	1,010	0,000
	1,900	0,100	99,910	260,323	266,831	92,284	4,842	1,009	0,037
	1,800	0,200	99,641	259,622	266,112	92,284	4,852	1,007	0,296
	1,700	0,300	99,193	258,454	264,915	92,283	4,868	1,003	1,000
	1,600	0,400	98,565	256,818	263,239	92,282	4,889	0,998	2,371
	1,528	0,472	98,000	255,345	261,729	92,281	4,908	0,993	3,903
	1,516	0,484	97,900	255,085	261,462	92,281	4,912	0,993	4,199
	1,500	0,500	97,758	254,716	261,084	92,281	4,916	0,991	4,631
	1,400	0,600	96,772	252,146	258,450	92,280	4,949	0,984	8,002
	1,300	0,700	95,607	249,109	255,337	92,278	4,986	0,976	12,707
	1,200	0,800	94,262	245,605	251,745	92,276	5,028	0,966	18,968
	1,100	0,900	92,737	241,633	247,674	92,273	5,075	0,956	27,008
	1,000	1,000	91,034	237,195	243,125	92,271	5,127	0,946	37,048
	0,900	1,100	89,151	232,289	238,096	92,267	5,183	0,935	49,311
	0,800	1,200	87,089	226,915	232,588	92,264	5,245	0,923	64,019
	0,700	1,300	84,847	221,075	226,602	92,260	5,312	0,911	81,394
	0,600	1,400	82,426	214,767	220,137	92,255	5,384	0,899	101,659
	0,500	1,500	79,826	207,992	213,192	92,249	5,462	0,887	125,036
	0,400	1,600	77,047	200,750	205,769	92,243	5,546	0,874	151,748
	0,300	1,700	74,088	193,041	197,867	92,236	5,637	0,862	182,016
	0,200	1,800	70,950	184,864	189,486	92,228	5,736	0,851	216,063
	0,100	1,900	67,632	176,221	180,626	92,218	5,843	0,840	254,111
	0,000	2,000	64,136	167,109	171,287	92,207	5,961	0,830	296,382
	0,000	2,000	1,000	2,606	2,671	88,126	8,407	0,197	2,609

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C2	2,000	0,000	100,000	131,435	134,721	105,883	-4,476	1,043	0,000
	2,000	0,000	98,000	128,807	132,027	105,894	-4,407	1,026	1,982
	2,000	0,000	97,900	128,675	131,892	105,895	-4,403	1,025	2,126

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	2,000	0,000	58,406	76,767	78,686	105,935	-3,251	0,809	104,738
	1,900	0,100	54,948	72,221	74,027	105,939	-3,161	0,788	112,813
	1,800	0,200	51,406	67,566	69,255	105,943	-3,072	0,766	120,747
	1,700	0,300	47,785	62,806	64,376	105,946	-2,984	0,741	128,559
	1,600	0,400	44,090	57,950	59,399	105,950	-2,897	0,713	135,874
	1,500	0,500	40,330	53,008	54,333	105,954	-2,815	0,681	142,735
	1,400	0,600	36,572	48,069	49,271	105,958	-2,735	0,646	131,516
	1,300	0,700	32,958	43,319	44,402	105,962	-2,653	0,610	115,751
	1,200	0,800	29,502	38,776	39,746	105,966	-2,568	0,576	100,481
	1,100	0,900	26,213	34,453	35,315	105,969	-2,480	0,541	85,801
	1,000	1,000	23,101	30,363	31,122	105,972	-2,391	0,508	72,011
	0,900	1,100	20,174	26,516	27,179	105,973	-2,301	0,474	59,315
	0,800	1,200	17,439	22,922	23,495	105,974	-2,210	0,441	47,916
	0,700	1,300	14,901	19,585	20,075	105,974	-2,119	0,407	37,916
	0,600	1,400	12,561	16,510	16,922	105,974	-2,027	0,374	29,359
	0,500	1,500	10,421	13,697	14,039	105,974	-1,935	0,340	22,186
	0,400	1,600	8,480	11,146	11,425	105,974	-1,844	0,307	16,287
	0,300	1,700	6,739	8,858	9,079	105,974	-1,752	0,274	11,539
	0,200	1,800	5,198	6,833	7,003	105,974	-1,661	0,240	7,817
	0,100	1,900	3,857	5,070	5,196	105,974	-1,569	0,207	4,996
	0,000	2,000	2,716	3,569	3,659	105,974	-1,478	0,174	2,952
	0,000	2,000	1,000	1,314	1,347	105,974	-1,290	0,105	0,660

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C2	2,000	0,000	100,000	131,435	134,721	105,883	4,476	1,043	0,000
	2,000	0,000	98,000	128,807	132,027	105,881	4,538	1,026	1,865
	2,000	0,000	97,900	128,675	131,892	105,881	4,541	1,025	2,007
	2,000	0,000	97,284	127,866	131,063	105,880	4,560	1,021	2,952
	1,900	0,100	96,143	126,366	129,525	105,879	4,592	1,013	4,996
	1,800	0,200	94,802	124,603	127,718	105,878	4,630	1,003	7,817
	1,700	0,300	93,261	122,577	125,642	105,876	4,673	0,993	11,539
	1,600	0,400	91,520	120,289	123,297	105,874	4,720	0,982	16,287
	1,500	0,500	89,579	117,739	120,682	105,872	4,771	0,971	22,186
	1,400	0,600	87,439	114,926	117,799	105,870	4,828	0,959	29,361
	1,300	0,700	85,099	111,850	114,646	105,867	4,889	0,946	37,937
	1,200	0,800	82,559	108,512	111,225	105,863	4,954	0,933	48,038
	1,100	0,900	79,820	104,911	107,534	105,860	5,026	0,920	59,790
	1,000	1,000	76,880	101,048	103,574	105,855	5,102	0,907	73,317
	0,900	1,100	73,741	96,922	99,345	105,850	5,185	0,894	88,745
	0,800	1,200	70,403	92,534	94,847	105,844	5,274	0,881	106,198
	0,700	1,300	66,864	87,883	90,080	105,837	5,372	0,869	125,801
	0,600	1,400	63,126	82,970	85,044	105,829	5,478	0,857	147,680
	0,500	1,500	59,192	77,800	79,745	105,820	5,596	0,847	166,543
	0,400	1,600	55,197	72,549	74,362	105,808	5,715	0,836	166,543
	0,300	1,700	51,202	67,298	68,980	105,795	5,832	0,823	166,543
	0,200	1,800	47,207	62,047	63,598	105,780	5,945	0,808	166,543
	0,100	1,900	43,212	56,796	58,216	105,762	6,054	0,790	166,543
	0,000	2,000	39,217	51,545	52,833	105,741	6,157	0,769	166,543
	0,000	2,000	1,000	1,314	1,347	103,069	7,614	0,422	4,084

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C3	2,000	0,000	100,000	107,012	109,687	115,246	-4,111	1,077	0,000
	2,000	0,000	98,000	104,872	107,494	115,257	-4,044	1,061	1,527
	2,000	0,000	97,900	104,765	107,384	115,258	-4,041	1,061	1,638

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	2,000	0,000	53,063	56,784	58,204	115,301	-2,879	0,784	83,360
	1,900	0,100	49,327	52,786	54,105	115,304	-2,805	0,755	90,526
	1,800	0,200	45,488	48,678	49,894	115,306	-2,734	0,721	97,850
	1,700	0,300	41,567	44,481	45,593	115,309	-2,668	0,683	98,626
	1,600	0,400	37,735	40,381	41,390	115,313	-2,601	0,644	88,550
	1,500	0,500	34,044	36,431	37,342	115,316	-2,532	0,606	78,682
	1,400	0,600	30,501	32,640	33,456	115,320	-2,460	0,568	69,224
	1,300	0,700	27,112	29,014	29,739	115,324	-2,386	0,531	60,130
	1,200	0,800	23,887	25,562	26,201	115,328	-2,308	0,494	51,482
	1,100	0,900	20,831	22,291	22,849	115,333	-2,228	0,459	43,374
	1,000	1,000	17,953	19,212	19,693	115,338	-2,145	0,423	35,790
	0,900	1,100	15,265	16,335	16,744	115,342	-2,059	0,389	28,812
	0,800	1,200	12,775	13,671	14,012	115,346	-1,971	0,355	22,502
	0,700	1,300	10,494	11,230	11,511	115,348	-1,881	0,321	16,982
	0,600	1,400	8,431	9,023	9,248	115,350	-1,790	0,288	12,310
	0,500	1,500	6,591	7,053	7,230	115,350	-1,699	0,254	8,532
	0,400	1,600	4,977	5,326	5,459	115,350	-1,607	0,221	5,599
	0,300	1,700	3,589	3,840	3,936	115,350	-1,516	0,188	3,429
	0,200	1,800	2,427	2,597	2,662	115,350	-1,424	0,154	1,907
	0,100	1,900	1,492	1,596	1,636	115,350	-1,332	0,121	0,919
	0,034	1,966	1,000	1,070	1,097	115,350	-1,272	0,099	0,504
	0,000	2,000	0,783	0,838	0,859	115,350	-1,241	0,088	0,349

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C3	2,000	0,000	100,000	107,012	109,687	115,246	4,111	1,077	0,000
	2,000	0,000	99,217	106,174	108,828	115,245	4,134	1,071	0,349
	1,900	0,100	98,508	105,416	108,051	115,245	4,153	1,065	0,919
	1,843	0,157	98,000	104,872	107,494	115,244	4,167	1,061	1,426
	1,832	0,168	97,900	104,765	107,384	115,244	4,170	1,061	1,535
	1,800	0,200	97,573	104,415	107,025	115,244	4,178	1,058	1,907
	1,700	0,300	96,411	103,172	105,751	115,242	4,208	1,050	3,429
	1,600	0,400	95,023	101,686	104,229	115,241	4,243	1,040	5,599
	1,500	0,500	93,409	99,959	102,458	115,239	4,282	1,030	8,535
	1,400	0,600	91,568	97,989	100,438	115,237	4,325	1,019	12,349
	1,300	0,700	89,500	95,776	98,171	115,234	4,373	1,007	17,159
	1,200	0,800	87,206	93,321	95,654	115,231	4,425	0,994	23,079
	1,100	0,900	84,686	90,624	92,890	115,227	4,481	0,980	30,224
	1,000	1,000	81,939	87,685	89,877	115,223	4,542	0,967	38,710
	0,900	1,100	78,966	84,503	86,616	115,219	4,608	0,952	48,652
	0,800	1,200	75,766	81,079	83,106	115,213	4,678	0,938	60,166
	0,700	1,300	72,340	77,413	79,348	115,207	4,754	0,924	73,366
	0,600	1,400	68,688	73,504	75,342	115,199	4,836	0,909	88,368
	0,500	1,500	64,809	69,353	71,087	115,190	4,924	0,895	105,287
	0,400	1,600	60,703	64,960	66,584	115,179	5,021	0,882	124,239
	0,300	1,700	56,371	60,324	61,832	115,166	5,128	0,869	145,339
	0,200	1,800	51,858	55,494	56,881	115,150	5,244	0,858	153,716
	0,100	1,900	47,329	50,647	51,914	115,131	5,358	0,844	153,716
	0,000	2,000	42,800	45,801	46,946	115,108	5,466	0,828	153,716
	0,000	2,000	1,000	1,070	1,097	112,395	6,795	0,541	6,299

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C4	2,000	0,000	100,000	147,151	150,830	127,426	-3,433	1,110	0,000
	2,000	0,000	98,000	144,208	147,813	127,511	-3,370	1,095	3,253
	2,000	0,000	97,900	144,061	147,662	127,514	-3,367	1,095	3,467

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	2,000	0,000	60,133	88,487	90,699	127,748	-2,587	0,846	89,768
	1,900	0,100	56,001	82,406	84,466	127,755	-2,527	0,813	100,672
	1,800	0,200	51,706	76,086	77,988	127,761	-2,472	0,774	112,104
	1,700	0,300	47,326	69,640	71,381	127,766	-2,420	0,730	107,893
	1,600	0,400	43,077	63,389	64,973	127,772	-2,367	0,687	97,194
	1,500	0,500	38,980	57,359	58,793	127,778	-2,313	0,644	86,795
	1,400	0,600	35,040	51,561	52,850	127,786	-2,257	0,602	76,812
	1,300	0,700	31,262	46,002	47,152	127,795	-2,199	0,560	67,363
	1,200	0,800	27,652	40,690	41,707	127,805	-2,138	0,519	58,311
	1,100	0,900	24,218	35,637	36,528	127,817	-2,076	0,478	49,728
	1,000	1,000	20,970	30,857	31,628	127,831	-2,011	0,438	41,759
	0,900	1,100	17,913	26,359	27,018	127,846	-1,943	0,399	34,374
	0,800	1,200	15,057	22,156	22,710	127,864	-1,873	0,360	27,631
	0,700	1,300	12,412	18,264	18,721	127,886	-1,800	0,322	21,551
	0,600	1,400	9,989	14,699	15,066	127,910	-1,724	0,285	16,215
	0,500	1,500	7,799	11,476	11,763	127,937	-1,645	0,249	11,616
	0,400	1,600	5,856	8,618	8,833	127,967	-1,563	0,213	7,817
	0,300	1,700	4,173	6,140	6,294	127,995	-1,478	0,178	4,845
	0,200	1,800	2,761	4,063	4,165	128,020	-1,391	0,144	2,673
	0,100	1,900	1,632	2,401	2,461	128,039	-1,301	0,110	1,239
	0,028	1,972	1,000	1,472	1,508	128,047	-1,236	0,086	0,599
	0,000	2,000	0,794	1,168	1,198	128,049	-1,211	0,077	0,425

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C4	2,000	0,000	100,000	147,151	150,830	127,426	3,433	1,110	0,000
	2,000	0,000	99,206	145,982	149,632	127,421	3,451	1,103	0,426
	1,900	0,100	98,365	144,745	148,364	127,415	3,469	1,097	1,259
	1,865	0,135	98,000	144,208	147,813	127,413	3,476	1,094	1,704
	1,856	0,144	97,900	144,061	147,662	127,412	3,478	1,094	1,833
	1,800	0,200	97,224	143,067	146,643	127,408	3,492	1,089	2,786
	1,700	0,300	95,784	140,947	144,470	127,398	3,519	1,079	5,215
	1,600	0,400	94,043	138,385	141,845	127,386	3,551	1,067	8,759
	1,500	0,500	92,002	135,382	138,766	127,372	3,587	1,054	13,626
	1,400	0,600	89,661	131,936	135,235	127,354	3,626	1,039	20,028
	1,300	0,700	87,019	128,050	131,251	127,333	3,669	1,023	28,173
	1,200	0,800	84,078	123,722	126,815	127,307	3,716	1,006	38,273
	1,100	0,900	80,836	118,952	121,925	127,278	3,765	0,988	50,536
	1,000	1,000	77,295	113,740	116,584	127,242	3,817	0,969	65,174
	0,900	1,100	73,453	108,087	110,789	127,200	3,873	0,949	82,397
	0,800	1,200	69,311	101,992	104,542	127,149	3,931	0,927	102,414
	0,700	1,300	64,869	95,456	97,842	127,087	3,992	0,904	125,430
	0,600	1,400	60,134	88,488	90,700	127,012	4,057	0,880	149,999
	0,500	1,500	55,135	81,132	83,160	126,924	4,127	0,856	174,647
	0,400	1,600	49,908	73,441	75,277	126,821	4,203	0,831	198,834
	0,300	1,700	44,489	65,467	67,103	126,700	4,290	0,807	221,909
	0,200	1,800	38,928	57,283	58,715	126,557	4,392	0,786	231,844
	0,100	1,900	33,473	49,255	50,487	126,388	4,498	0,764	213,168
	0,000	2,000	28,233	41,546	42,584	126,185	4,604	0,741	191,611
	0,000	2,000	1,000	1,472	1,508	121,529	5,690	0,573	11,812

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C5	2,000	0,000	100,000	162,523	166,586	146,174	0,000	1,150	0,000
	2,000	0,000	98,000	159,272	163,254	146,202	0,093	1,135	1,857
	2,000	0,000	97,900	159,110	163,088	146,203	0,097	1,134	1,975



## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puente nueva

	2,000	0,000	75,807	123,203	126,283	146,221	0,894	1,021	54,980
	1,900	0,100	73,309	119,145	122,123	146,218	0,975	1,010	62,636
	1,800	0,200	70,703	114,908	117,781	146,214	1,058	1,000	70,750
	1,700	0,300	67,989	110,498	113,260	146,210	1,144	0,989	79,525
	1,600	0,400	65,169	105,914	108,562	146,204	1,232	0,978	88,845
	1,500	0,500	62,244	101,161	103,690	146,197	1,323	0,967	98,384
	1,400	0,600	59,221	96,248	98,654	146,189	1,416	0,956	108,125
	1,300	0,700	56,103	91,180	93,459	146,178	1,510	0,944	118,306
	1,200	0,800	52,892	85,961	88,110	146,166	1,607	0,932	128,654
	1,100	0,900	49,592	80,598	82,613	146,151	1,706	0,920	138,897
	1,000	1,000	46,210	75,102	76,979	146,132	1,805	0,908	148,996
	0,900	1,100	42,750	69,479	71,216	146,110	1,906	0,895	158,838
	0,800	1,200	39,220	63,741	65,335	146,081	2,007	0,880	168,144
	0,700	1,300	35,626	57,900	59,348	146,046	2,108	0,865	176,450
	0,600	1,400	31,978	51,972	53,271	146,000	2,206	0,847	183,620
	0,500	1,500	28,289	45,975	47,125	145,941	2,299	0,825	188,657
	0,400	1,600	24,585	39,957	40,956	145,865	2,384	0,799	186,807
	0,300	1,700	20,933	34,020	34,871	145,774	2,458	0,767	176,531
	0,200	1,800	17,396	28,272	28,979	145,671	2,519	0,729	160,042
	0,100	1,900	14,035	22,809	23,380	145,556	2,568	0,686	138,620
	0,000	2,000	10,911	17,732	18,175	145,418	2,606	0,638	111,701
	0,000	2,000	1,000	1,625	1,666	143,028	2,941	0,448	10,977

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre C6	2,000	0,000	100,000	40,561	41,575	166,898	0,000	0,983	0,000
	2,000	0,000	98,000	39,749	40,743	166,950	0,046	0,969	0,273
	2,000	0,000	97,900	39,709	40,701	166,952	0,048	0,968	0,291
	2,000	0,000	86,245	34,981	35,856	167,033	0,254	0,913	2,592
	1,900	0,100	83,764	33,975	34,825	167,040	0,293	0,903	3,184
	1,800	0,200	81,072	32,883	33,705	167,045	0,334	0,892	3,855
	1,700	0,300	78,173	31,707	32,500	167,049	0,377	0,881	4,621
	1,600	0,400	75,066	30,447	31,208	167,053	0,421	0,869	5,493
	1,500	0,500	71,753	29,103	29,831	167,055	0,468	0,857	6,476
	1,400	0,600	68,233	27,676	28,368	167,056	0,516	0,844	7,550
	1,300	0,700	64,515	26,167	26,822	167,055	0,565	0,831	8,701
	1,200	0,800	60,603	24,581	25,195	167,052	0,616	0,818	9,938
	1,100	0,900	56,501	22,917	23,490	167,048	0,667	0,803	11,286
	1,000	1,000	52,211	21,177	21,706	167,040	0,719	0,788	12,751
	0,900	1,100	47,735	19,361	19,845	167,029	0,771	0,772	14,279
	0,800	1,200	43,080	17,473	17,910	167,013	0,823	0,754	15,859
	0,700	1,300	38,254	15,516	15,904	166,990	0,874	0,735	17,512
	0,600	1,400	33,261	13,491	13,828	166,957	0,923	0,712	19,203
	0,500	1,500	28,111	11,402	11,687	166,908	0,967	0,685	20,864
	0,400	1,600	22,834	9,261	9,493	166,833	1,002	0,649	22,012
	0,300	1,700	17,567	7,125	7,303	166,734	1,022	0,602	21,588
	0,200	1,800	12,601	5,111	5,239	166,594	1,032	0,545	16,569
	0,100	1,900	8,259	3,350	3,434	166,371	1,043	0,489	11,038
	0,000	2,000	4,654	1,888	1,935	165,974	1,065	0,436	6,738
	0,000	2,000	1,000	0,406	0,416	164,744	1,165	0,385	1,610

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sedimentación Sentinas	5,508	0,000	100,000	34,932	31,893	28,316	7,745	5,452	0,000
	5,500	0,008	99,999	34,932	31,893	28,316	7,745	5,452	0,000
	5,250	0,258	98,799	34,513	31,510	28,317	7,751	5,422	0,153
	5,175	0,333	98,000	34,234	31,255	28,318	7,754	5,402	0,329
	5,167	0,342	97,900	34,199	31,223	28,318	7,754	5,399	0,354
	5,000	0,508	95,350	33,308	30,410	28,319	7,759	5,336	1,166
	4,750	0,758	90,463	31,601	28,851	28,322	7,759	5,211	1,445
	4,500	1,008	85,550	29,884	27,284	28,325	7,760	5,086	1,445
	4,250	1,258	80,637	28,168	25,718	28,329	7,760	4,961	1,445
	4,000	1,508	75,724	26,452	24,151	28,333	7,761	4,836	1,445

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	3,750	1,758	70,811	24,736	22,584	28,338	7,762	4,711	1,445
	3,500	2,008	65,898	23,020	21,017	28,343	7,763	4,586	1,445
	3,250	2,258	60,985	21,303	19,450	28,349	7,764	4,460	1,445
	3,000	2,508	56,072	19,587	17,883	28,357	7,765	4,335	1,445
	2,750	2,758	51,159	17,871	16,316	28,366	7,767	4,210	1,445
	2,500	3,008	46,246	16,155	14,749	28,376	7,768	4,084	1,445
	2,250	3,258	41,333	14,438	13,182	28,390	7,770	3,959	1,445
	2,000	3,508	36,420	12,722	11,615	28,406	7,773	3,833	1,445
	1,750	3,758	31,507	11,006	10,048	28,428	7,777	3,708	1,445
	1,500	4,008	26,594	9,290	8,482	28,459	7,782	3,582	1,445
	1,250	4,258	21,681	7,573	6,915	28,502	7,789	3,455	1,445
	1,000	4,508	16,768	5,857	5,348	28,572	7,800	3,328	1,445
	0,750	4,758	11,855	4,141	3,781	28,699	7,821	3,199	1,445
	0,500	5,008	7,004	2,446	2,234	28,982	7,865	3,064	1,321
	0,250	5,258	2,978	1,040	0,950	29,479	7,934	2,919	0,891
	0,050	5,458	1,000	0,349	0,319	29,869	8,052	2,820	0,416
	0,000	5,508	0,686	0,240	0,219	29,960	8,098	2,799	0,282

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre pp er	5,316	0,000	100,000	174,712	179,080	24,999	10,314	6,076	0,000
	5,250	0,066	99,959	174,641	179,007	24,999	10,315	6,076	0,008
	5,000	0,316	99,074	173,094	177,421	25,003	10,328	6,059	0,812
	4,851	0,465	98,000	171,218	175,498	25,007	10,342	6,040	2,577
	4,840	0,477	97,900	171,043	175,319	25,008	10,343	6,038	2,773
	4,750	0,566	97,033	169,528	173,766	25,011	10,353	6,023	4,657
	4,500	0,816	93,836	163,942	168,040	25,025	10,384	5,968	13,945
	4,250	1,066	89,483	156,337	160,245	25,046	10,412	5,892	31,077
	4,000	1,316	83,974	146,712	150,380	25,075	10,430	5,793	58,455
	3,750	1,566	77,367	135,169	138,548	25,116	10,427	5,667	84,265
	3,500	1,816	70,493	123,160	126,239	25,166	10,416	5,532	84,077
	3,250	2,066	63,625	111,161	113,940	25,227	10,402	5,395	83,787
	3,000	2,316	56,770	99,183	101,663	25,301	10,386	5,255	83,224
	2,750	2,566	49,932	87,237	89,418	25,396	10,366	5,112	82,468
	2,500	2,816	43,124	75,343	77,227	25,519	10,341	4,965	80,964
	2,250	3,066	36,373	63,548	65,137	25,682	10,311	4,812	78,386
	2,000	3,316	29,729	51,940	53,238	25,908	10,274	4,652	73,780
	1,750	3,566	23,269	40,654	41,670	26,235	10,233	4,484	66,998
	1,500	3,816	17,091	29,860	30,607	26,745	10,192	4,304	57,912
	1,250	4,066	11,588	20,245	20,751	27,457	10,150	4,110	42,785
	1,000	4,316	7,358	12,854	13,176	28,090	10,105	3,919	30,788
	0,750	4,566	4,183	7,309	7,491	28,698	10,054	3,725	20,694
	0,500	4,816	1,986	3,470	3,556	29,268	9,996	3,530	12,332
	0,330	4,986	1,000	1,747	1,791	29,615	9,954	3,398	7,458
	0,250	5,066	0,651	1,137	1,166	29,795	9,931	3,332	5,397
	0,000	5,316	0,072	0,126	0,129	30,191	9,909	3,154	1,017

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aqua técnica	3,533	0,000	100,000	43,862	43,862	37,890	-10,471	3,669	0,000
	3,533	0,000	98,000	42,985	42,985	37,890	-10,436	3,644	0,438
	3,533	0,000	97,900	42,941	42,941	37,891	-10,434	3,643	0,471
	3,533	0,000	75,578	33,150	33,150	37,917	-10,218	3,364	17,177
	3,400	0,133	70,618	30,974	30,974	37,926	-10,192	3,294	16,378
	3,200	0,333	63,332	27,779	27,779	37,940	-10,151	3,190	15,127
	3,000	0,533	56,255	24,675	24,675	37,957	-10,107	3,085	13,822
	2,800	0,733	49,408	21,672	21,672	37,977	-10,058	2,981	12,468
	2,600	0,933	42,822	18,783	18,783	38,000	-10,006	2,877	11,031
	2,400	1,133	36,540	16,027	16,027	38,027	-9,948	2,773	9,532
	2,200	1,333	30,603	13,423	13,423	38,059	-9,887	2,670	7,989
	2,000	1,533	25,059	10,991	10,991	38,098	-9,820	2,567	6,494
	1,800	1,733	19,952	8,752	8,752	38,147	-9,750	2,464	5,061
	1,600	1,933	15,325	6,722	6,722	38,209	-9,674	2,361	3,786
	1,400	2,133	11,227	4,925	4,925	38,292	-9,595	2,258	2,642
	1,200	2,333	7,713	3,383	3,383	38,407	-9,512	2,153	1,706
	1,000	2,533	4,832	2,119	2,119	38,576	-9,429	2,046	0,993
	0,800	2,733	2,630	1,153	1,153	38,837	-9,348	1,933	0,495
	0,600	2,933	1,154	0,506	0,506	39,201	-9,269	1,814	0,186

ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

	0,571	2,962	1,000	0,439	0,439	39,255	-9,257	1,797	0,155
	0,400	3,133	0,359	0,157	0,157	39,574	-9,187	1,697	0,042
	0,200	3,333	0,047	0,021	0,021	39,963	-9,097	1,580	0,003
	0,000	3,533	0,000	0,000	0,000	40,354	-9,000	1,467	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Agua almacén calderas	3,175	0,000	100,000	84,095	84,095	41,829	10,290	2,878	0,000
	3,000	0,175	99,416	83,603	83,603	41,834	10,299	2,871	0,133
	2,851	0,324	98,000	82,413	82,413	41,845	10,316	2,857	0,844
	2,843	0,332	97,900	82,329	82,329	41,846	10,317	2,856	0,908
	2,800	0,375	97,321	81,842	81,842	41,851	10,323	2,850	1,308
	2,600	0,575	93,705	78,801	78,801	41,882	10,359	2,815	4,712
	2,400	0,775	88,568	74,481	74,481	41,930	10,398	2,766	11,532
	2,200	0,975	81,908	68,880	68,880	42,002	10,433	2,701	22,957
	2,000	1,175	73,727	62,001	62,001	42,107	10,456	2,617	40,174
	1,800	1,375	64,150	53,947	53,947	42,257	10,452	2,507	56,920
	1,600	1,575	54,235	45,609	45,609	42,443	10,435	2,384	54,318
	1,400	1,775	44,548	37,462	37,462	42,694	10,419	2,258	50,850
	1,200	1,975	35,180	29,585	29,585	43,046	10,407	2,128	46,269
	1,000	2,175	26,530	22,310	22,310	43,485	10,402	1,994	39,301
	0,800	2,375	19,036	16,009	16,009	43,940	10,399	1,862	32,499
	0,600	2,575	12,693	10,674	10,674	44,425	10,404	1,731	25,502
	0,400	2,775	7,574	6,369	6,369	44,942	10,423	1,603	18,585
	0,200	2,975	3,766	3,167	3,167	45,485	10,466	1,480	11,626
	0,000	3,175	1,342	1,129	1,129	45,998	10,560	1,372	5,036
	0,000	3,175	1,000	0,841	0,841	46,089	10,587	1,351	3,735

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lodos	5,000	0,000	100,000	27,470	25,080	29,519	-8,295	5,507	0,000
	5,000	0,000	98,000	26,920	24,578	29,519	-8,276	5,459	0,337
	5,000	0,000	97,900	26,893	24,553	29,519	-8,276	5,457	0,362
	5,000	0,000	90,523	24,866	22,703	29,519	-8,249	5,279	3,475
	4,800	0,200	86,511	23,764	21,697	29,519	-8,247	5,180	3,475
	4,600	0,400	82,499	22,662	20,690	29,519	-8,244	5,080	3,475
	4,400	0,600	78,487	21,560	19,684	29,519	-8,242	4,981	3,475
	4,200	0,800	74,475	20,458	18,678	29,520	-8,239	4,881	3,475
	4,000	1,000	70,463	19,356	17,672	29,520	-8,235	4,782	3,475
	3,800	1,200	66,451	18,254	16,666	29,520	-8,232	4,682	3,475
	3,600	1,400	62,439	17,152	15,659	29,520	-8,227	4,583	3,475
	3,400	1,600	58,426	16,050	14,653	29,520	-8,222	4,484	3,475
	3,200	1,800	54,414	14,947	13,647	29,520	-8,217	4,385	3,475
	3,000	2,000	50,402	13,845	12,641	29,521	-8,210	4,286	3,475
	2,800	2,200	46,390	12,743	11,635	29,521	-8,203	4,187	3,475
	2,600	2,400	42,378	11,641	10,628	29,521	-8,194	4,088	3,475
	2,400	2,600	38,366	10,539	9,622	29,522	-8,183	3,990	3,475
	2,200	2,800	34,354	9,437	8,616	29,523	-8,170	3,892	3,475
	2,000	3,000	30,342	8,335	7,610	29,523	-8,153	3,795	3,475
	1,800	3,200	26,330	7,233	6,604	29,524	-8,130	3,699	3,475
	1,600	3,400	22,318	6,131	5,597	29,525	-8,100	3,604	3,475
	1,400	3,600	18,306	5,029	4,591	29,527	-8,057	3,511	3,475
	1,200	3,800	14,294	3,926	3,585	29,530	-7,989	3,422	3,470
	1,000	4,000	10,349	2,843	2,595	29,531	-7,879	3,341	3,066
	0,800	4,200	6,751	1,855	1,693	29,522	-7,725	3,268	1,947
	0,600	4,400	3,821	1,050	0,958	29,517	-7,549	3,200	0,885

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	0,400	4,600	1,698	0,467	0,426	29,517	-7,366	3,133	0,264
	0,307	4,693	1,000	0,275	0,251	29,517	-7,281	3,102	0,119
	0,200	4,800	0,425	0,117	0,106	29,517	-7,183	3,067	0,033
	0,000	5,000	0,000	0,000	0,000	29,517	-7,000	3,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sentinas bodega	2,000	0,000	100,000	9,531	8,702	138,975	2,099	1,042	0,000
	1,900	0,100	99,681	9,501	8,674	138,975	2,102	1,039	0,004
	1,800	0,200	98,725	9,410	8,591	138,975	2,110	1,031	0,034
	1,749	0,251	98,000	9,340	8,528	138,975	2,116	1,024	0,067
	1,743	0,257	97,900	9,331	8,519	138,975	2,117	1,024	0,073
	1,700	0,300	97,132	9,258	8,452	138,975	2,123	1,017	0,116
	1,600	0,400	94,901	9,045	8,258	138,975	2,138	0,998	0,275
	1,500	0,500	92,033	8,772	8,009	138,975	2,154	0,974	0,536
	1,400	0,600	88,528	8,438	7,704	138,975	2,170	0,944	0,927
	1,300	0,700	84,386	8,043	7,343	138,975	2,183	0,908	1,472
	1,200	0,800	79,606	7,587	6,927	138,974	2,192	0,865	2,197
	1,100	0,900	74,387	7,090	6,473	138,974	2,197	0,817	2,375
	1,000	1,000	69,154	6,591	6,018	138,974	2,202	0,768	2,375
	0,900	1,100	63,920	6,092	5,562	138,974	2,208	0,719	2,375
	0,800	1,200	58,687	5,593	5,107	138,973	2,215	0,671	2,375
	0,700	1,300	53,454	5,095	4,651	138,973	2,224	0,623	2,375
	0,600	1,400	48,221	4,596	4,196	138,972	2,234	0,576	2,375
	0,500	1,500	42,988	4,097	3,741	138,971	2,247	0,529	2,375
	0,400	1,600	37,755	3,598	3,285	138,970	2,264	0,483	2,375
	0,300	1,700	32,521	3,100	2,830	138,969	2,286	0,438	2,375
	0,200	1,800	27,288	2,601	2,375	138,968	2,316	0,396	2,375
	0,100	1,900	22,055	2,102	1,919	138,965	2,361	0,356	2,375
	0,000	2,000	16,822	1,603	1,464	138,961	2,433	0,324	2,375
	0,000	2,000	1,000	0,095	0,087	138,783	2,964	0,255	0,106

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sentinas bodega	2,000	0,000	100,000	9,531	8,702	138,975	-2,099	1,042	0,000
	2,000	0,000	98,000	9,340	8,528	138,975	-2,080	1,024	0,067
	2,000	0,000	97,900	9,331	8,519	138,975	-2,079	1,024	0,073
	2,000	0,000	78,515	7,483	6,832	138,974	-1,988	0,855	2,375
	1,900	0,100	73,282	6,984	6,377	138,974	-1,978	0,806	2,375
	1,800	0,200	68,048	6,486	5,921	138,974	-1,966	0,758	2,375
	1,700	0,300	62,815	5,987	5,466	138,973	-1,952	0,709	2,375
	1,600	0,400	57,582	5,488	5,011	138,973	-1,937	0,661	2,375
	1,500	0,500	52,349	4,989	4,555	138,973	-1,917	0,613	2,375
	1,400	0,600	47,116	4,491	4,100	138,972	-1,894	0,566	2,375
	1,300	0,700	41,883	3,992	3,645	138,971	-1,865	0,519	2,375
	1,200	0,800	36,650	3,493	3,189	138,970	-1,827	0,473	2,375
	1,100	0,900	31,440	2,997	2,736	138,969	-1,778	0,429	2,238
	1,000	1,000	26,481	2,524	2,304	138,970	-1,724	0,385	1,822
	0,900	1,100	21,866	2,084	1,903	138,970	-1,666	0,343	1,443
	0,800	1,200	17,632	1,681	1,534	138,970	-1,607	0,300	1,091
	0,700	1,300	13,793	1,315	1,200	138,970	-1,545	0,259	0,802
	0,600	1,400	10,354	0,987	0,901	138,971	-1,480	0,218	0,556
	0,500	1,500	7,358	0,701	0,640	138,971	-1,412	0,179	0,352
	0,400	1,600	4,818	0,459	0,419	138,972	-1,339	0,140	0,203
	0,300	1,700	2,773	0,264	0,241	138,973	-1,262	0,103	0,094
	0,200	1,800	1,255	0,120	0,109	138,975	-1,179	0,068	0,031
	0,178	1,822	1,000	0,095	0,087	138,975	-1,160	0,060	0,022

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	0,100	1,900	0,318	0,030	0,028	138,977	-1,091	0,033	0,004
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	138,978	-1,000	0,000	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Almacen MDF	5,493	0,000	100,000	102,967	92,670	48,673	-10,669	3,609	0,000
	5,493	0,000	98,000	100,908	90,817	48,674	-10,639	3,564	1,416
	5,493	0,000	97,900	100,805	90,724	48,675	-10,637	3,561	1,524
	5,493	0,000	86,029	88,581	79,723	48,683	-10,551	3,291	26,094
	5,250	0,243	80,850	83,249	74,924	48,688	-10,535	3,167	26,020
	5,000	0,493	75,524	77,765	69,988	48,693	-10,517	3,040	25,924
	4,750	0,743	70,206	72,289	65,060	48,699	-10,496	2,912	25,747
	4,500	0,993	64,904	66,830	60,147	48,705	-10,473	2,783	25,470
	4,250	1,243	59,628	61,397	55,258	48,713	-10,446	2,655	24,998
	4,000	1,493	54,393	56,007	50,406	48,721	-10,416	2,526	24,308
	3,750	1,743	49,218	50,678	45,611	48,730	-10,382	2,397	23,342
	3,500	1,993	44,122	45,431	40,888	48,741	-10,344	2,269	22,186
	3,250	2,243	39,121	40,282	36,254	48,753	-10,300	2,141	20,867
	3,000	2,493	34,233	35,249	31,724	48,768	-10,251	2,013	19,373
	2,750	2,743	29,478	30,353	27,318	48,786	-10,195	1,886	17,693
	2,500	2,993	24,888	25,627	23,064	48,808	-10,130	1,760	15,723
	2,250	3,243	20,507	21,116	19,004	48,835	-10,056	1,635	13,439
	2,000	3,493	16,387	16,873	15,186	48,869	-9,972	1,511	10,962
	1,750	3,743	12,587	12,960	11,664	48,913	-9,878	1,389	8,368
	1,500	3,993	9,175	9,447	8,502	48,973	-9,775	1,268	5,891
	1,250	4,243	6,206	6,391	5,751	49,061	-9,662	1,148	3,770
	1,000	4,493	3,737	3,848	3,463	49,201	-9,538	1,030	2,095
	0,750	4,743	1,840	1,894	1,705	49,454	-9,405	0,910	0,915
	0,597	4,896	1,000	1,030	0,927	49,732	-9,322	0,833	0,447
	0,500	4,993	0,605	0,623	0,560	49,993	-9,271	0,781	0,248
	0,250	5,243	0,079	0,081	0,073	50,836	-9,140	0,643	0,018
	0,000	5,493	0,000	0,000	0,000	51,700	-9,000	0,507	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Aceite sucio	1,427	0,000	100,000	44,766	41,185	53,074	4,988	0,972	0,000
	1,400	0,027	99,983	44,758	41,178	53,074	4,989	0,972	0,000
	1,300	0,127	99,607	44,590	41,023	53,075	4,997	0,970	0,031
	1,200	0,227	98,741	44,202	40,666	53,077	5,014	0,965	0,178
	1,141	0,285	98,000	43,871	40,361	53,078	5,029	0,961	0,356
	1,134	0,292	97,900	43,826	40,320	53,079	5,031	0,961	0,384
	1,100	0,327	97,383	43,595	40,107	53,080	5,040	0,958	0,534
	1,000	0,427	95,535	42,767	39,346	53,084	5,075	0,949	1,189
	0,900	0,527	93,195	41,720	38,382	53,090	5,117	0,939	2,237
	0,800	0,627	90,365	40,453	37,217	53,098	5,166	0,927	3,769
	0,700	0,727	87,044	38,966	35,849	53,107	5,222	0,915	5,878
	0,600	0,827	83,232	37,260	34,279	53,119	5,287	0,901	8,654
	0,500	0,927	78,929	35,333	32,507	53,134	5,359	0,887	12,191
	0,400	1,027	74,135	33,187	30,532	53,152	5,441	0,872	16,580
	0,300	1,127	68,860	30,826	28,360	53,174	5,534	0,858	21,499
	0,200	1,227	63,185	28,285	26,023	53,198	5,636	0,843	26,134
	0,100	1,327	57,217	25,614	23,565	53,221	5,746	0,828	30,083
	0,000	1,427	51,084	22,868	21,039	53,243	5,860	0,811	31,836
	0,000	1,427	1,000	0,448	0,412	55,013	6,993	0,348	0,228

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
Almacén aceite	1,427	0,000	100,000	22,400	20,608	53,502	-3,998	0,956	0,000
	1,427	0,000	98,000	21,952	20,195	53,505	-3,977	0,945	0,135
	1,427	0,000	97,900	21,929	20,175	53,506	-3,976	0,944	0,145
	1,427	0,000	64,455	14,438	13,283	53,586	-3,768	0,768	10,106

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puente nueva

	1,400	0,027	62,384	13,974	12,856	53,594	-3,760	0,756	10,106
	1,300	0,127	54,572	12,224	11,246	53,629	-3,726	0,712	10,106
	1,200	0,227	46,767	10,476	9,638	53,675	-3,680	0,669	9,980
	1,100	0,327	39,080	8,754	8,053	53,730	-3,621	0,628	9,342
	1,000	0,427	31,698	7,100	6,532	53,787	-3,547	0,590	8,217
	0,900	0,527	24,865	5,570	5,124	53,844	-3,461	0,554	6,264
	0,800	0,627	18,836	4,219	3,882	53,913	-3,374	0,518	4,217
	0,700	0,727	13,654	3,058	2,814	54,005	-3,287	0,482	2,681
	0,600	0,827	9,322	2,088	1,921	54,133	-3,201	0,445	1,582
	0,500	0,927	5,843	1,309	1,204	54,319	-3,118	0,405	0,843
	0,400	1,027	3,217	0,721	0,663	54,602	-3,039	0,363	0,387
	0,300	1,127	1,445	0,324	0,298	55,011	-2,964	0,317	0,133
	0,263	1,163	1,000	0,224	0,206	55,177	-2,937	0,300	0,080
	0,200	1,227	0,459	0,103	0,095	55,482	-2,890	0,271	0,028
	0,100	1,327	0,060	0,014	0,012	56,101	-2,820	0,223	0,002
	0,000	1,427	0,000	0,000	0,000	56,810	-2,750	0,173	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite SD1	0,883	0,000	100,000	25,340	23,313	42,723	-3,824	1,309	0,000
	0,883	0,000	98,000	24,834	22,847	42,735	-3,763	1,304	0,149
	0,883	0,000	97,900	24,808	22,824	42,736	-3,760	1,304	0,161
	0,883	0,000	15,739	3,988	3,669	43,216	-1,597	1,155	4,474
	0,850	0,033	14,120	3,578	3,292	43,300	-1,574	1,139	3,851
	0,800	0,083	11,875	3,009	2,768	43,429	-1,540	1,115	3,067
	0,750	0,133	9,871	2,501	2,301	43,561	-1,506	1,090	2,380
	0,700	0,183	8,097	2,052	1,888	43,694	-1,472	1,066	1,839
	0,650	0,233	6,541	1,658	1,525	43,832	-1,439	1,041	1,374
	0,600	0,283	5,190	1,315	1,210	43,973	-1,405	1,017	1,022
	0,550	0,333	4,031	1,021	0,940	44,119	-1,371	0,992	0,727
	0,500	0,383	3,052	0,773	0,711	44,272	-1,338	0,967	0,511
	0,450	0,433	2,241	0,568	0,523	44,430	-1,305	0,942	0,337
	0,400	0,483	1,585	0,402	0,370	44,593	-1,272	0,916	0,217
	0,350	0,533	1,071	0,271	0,250	44,756	-1,239	0,891	0,129
	0,342	0,541	1,000	0,253	0,233	44,783	-1,234	0,887	0,119
	0,300	0,583	0,681	0,173	0,159	44,923	-1,206	0,865	0,070
	0,250	0,633	0,399	0,101	0,093	45,089	-1,173	0,839	0,036
	0,200	0,683	0,209	0,053	0,049	45,247	-1,140	0,814	0,015
	0,150	0,733	0,092	0,023	0,021	45,406	-1,108	0,788	0,005
	0,100	0,783	0,030	0,008	0,007	45,570	-1,076	0,761	0,001
	0,050	0,833	0,005	0,001	0,001	45,630	-1,035	0,741	0,000
	0,000	0,883	0,000	0,000	0,000	45,920	-1,000	0,717	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite SD2	0,929	0,000	100,000	23,369	21,500	43,562	5,365	1,293	0,000
	0,900	0,029	99,946	23,357	21,488	43,563	5,367	1,293	0,001
	0,850	0,079	99,611	23,278	21,416	43,569	5,374	1,292	0,010
	0,800	0,129	98,988	23,133	21,282	43,579	5,388	1,291	0,042
	0,750	0,179	98,089	22,922	21,089	43,594	5,408	1,289	0,109
	0,746	0,184	98,000	22,902	21,070	43,595	5,410	1,288	0,116
	0,741	0,188	97,900	22,878	21,048	43,597	5,412	1,288	0,125
	0,700	0,229	96,932	22,652	20,840	43,611	5,433	1,286	0,219
	0,650	0,279	95,531	22,325	20,539	43,631	5,464	1,283	0,388
	0,600	0,329	93,903	21,944	20,189	43,652	5,499	1,280	0,608
	0,550	0,379	92,060	21,514	19,793	43,675	5,539	1,277	0,908
	0,500	0,429	90,022	21,037	19,354	43,698	5,583	1,274	1,257

## ANEXO V: Tablas de sondas

Noelia López Puentenueva

	0,450	0,479	87,802	20,519	18,877	43,722	5,631	1,271	1,680
	0,400	0,529	85,424	19,963	18,366	43,746	5,683	1,268	2,161
	0,350	0,579	82,903	19,374	17,824	43,770	5,739	1,266	2,669
	0,300	0,629	80,261	18,756	17,256	43,793	5,798	1,264	3,232
	0,250	0,679	77,520	18,116	16,666	43,814	5,860	1,262	3,797
	0,200	0,729	74,696	17,456	16,059	43,835	5,926	1,260	4,332
	0,150	0,779	71,811	16,782	15,439	43,854	5,994	1,258	4,873
	0,100	0,829	68,884	16,098	14,810	43,872	6,064	1,257	5,306
	0,050	0,879	65,933	15,408	14,175	43,889	6,135	1,256	5,581
	0,000	0,929	62,979	14,718	13,540	43,907	6,207	1,255	5,732
	0,000	0,929	1,000	0,234	0,215	45,978	7,735	0,928	0,139

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite SD3	1,427	0,000	100,000	20,855	19,186	52,259	1,875	0,987	0,000
	1,400	0,027	99,953	20,845	19,177	52,259	1,875	0,987	0,000
	1,300	0,127	98,953	20,636	18,985	52,263	1,883	0,981	0,039
	1,251	0,175	98,000	20,438	18,803	52,266	1,889	0,975	0,102
	1,247	0,180	97,900	20,417	18,783	52,266	1,890	0,975	0,110
	1,200	0,227	96,654	20,157	18,544	52,271	1,898	0,968	0,221
	1,100	0,327	93,057	19,407	17,854	52,284	1,917	0,949	0,660
	1,000	0,427	88,160	18,385	16,915	52,305	1,940	0,924	1,471
	0,900	0,527	81,965	17,093	15,726	52,334	1,961	0,891	2,765
	0,800	0,627	74,471	15,531	14,288	52,375	1,978	0,848	4,656
	0,700	0,727	66,204	13,807	12,702	52,432	1,990	0,799	4,882
	0,600	0,827	57,931	12,081	11,115	52,505	2,007	0,750	4,882
	0,500	0,927	49,658	10,356	9,527	52,602	2,029	0,702	4,882
	0,400	1,027	41,407	8,635	7,944	52,736	2,059	0,654	4,770
	0,300	1,127	33,351	6,955	6,399	52,906	2,099	0,607	4,389
	0,200	1,227	25,723	5,364	4,935	53,111	2,149	0,561	3,897
	0,100	1,327	18,762	3,913	3,600	53,350	2,211	0,516	3,254
	0,000	1,427	12,738	2,657	2,444	53,630	2,286	0,472	2,291
	0,000	1,427	1,000	0,209	0,192	55,189	2,568	0,296	0,073

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite SD4	1,427	0,000	100,000	20,855	19,186	52,259	-1,875	0,987	0,000
	1,427	0,000	98,000	20,438	18,803	52,266	-1,860	0,975	0,102
	1,427	0,000	97,900	20,417	18,783	52,266	-1,859	0,975	0,110
	1,427	0,000	73,652	15,360	14,131	52,380	-1,770	0,843	4,882
	1,400	0,027	71,420	14,894	13,703	52,395	-1,767	0,830	4,882
	1,300	0,127	63,147	13,169	12,116	52,457	-1,753	0,781	4,882
	1,200	0,227	54,874	11,444	10,528	52,538	-1,734	0,732	4,882
	1,100	0,327	46,602	9,719	8,941	52,647	-1,709	0,684	4,862
	1,000	0,427	38,412	8,011	7,370	52,792	-1,676	0,636	4,623
	0,900	0,527	30,506	6,362	5,853	52,973	-1,632	0,590	4,200
	0,800	0,627	23,115	4,821	4,435	53,185	-1,578	0,544	3,647
	0,700	0,727	16,472	3,435	3,160	53,431	-1,511	0,500	2,946
	0,600	0,827	10,879	2,269	2,087	53,727	-1,435	0,456	1,854
	0,500	0,927	6,562	1,368	1,259	54,112	-1,361	0,410	0,964
	0,400	1,027	3,515	0,733	0,674	54,540	-1,288	0,363	0,409
	0,300	1,127	1,571	0,328	0,301	54,981	-1,215	0,317	0,136
	0,255	1,172	1,000	0,209	0,192	55,182	-1,182	0,296	0,073
	0,200	1,227	0,501	0,104	0,096	55,455	-1,141	0,270	0,028
	0,100	1,327	0,066	0,014	0,013	56,078	-1,070	0,222	0,002
	0,000	1,427	0,000	0,000	0,000	56,794	-1,000	0,173	0,000

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Antiescora Er	6,300	0,000	100,000	387,639	387,639	83,624	10,784	5,174	0,000
	6,250	0,050	99,985	387,580	387,580	83,624	10,784	5,174	0,005
	6,000	0,300	99,450	385,506	385,506	83,624	10,792	5,157	0,990
	5,750	0,550	98,150	380,469	380,469	83,624	10,808	5,119	6,102
	5,728	0,572	98,000	379,886	379,886	83,624	10,810	5,114	6,860
	5,714	0,586	97,900	379,499	379,499	83,624	10,811	5,111	7,381
	5,500	0,800	96,086	372,469	372,469	83,623	10,827	5,058	18,777
	5,250	1,050	93,258	361,506	361,506	83,622	10,843	4,974	42,454

ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

	5,000	1,300	89,666	347,580	347,580	83,621	10,852	4,864	80,571
	4,750	1,550	85,661	332,056	332,056	83,619	10,855	4,739	82,453
	4,500	1,800	81,656	316,529	316,529	83,618	10,858	4,615	82,447
	4,250	2,050	77,650	301,004	301,004	83,616	10,861	4,490	82,441
	4,000	2,300	73,645	285,478	285,478	83,614	10,864	4,366	82,435
	3,750	2,550	69,640	269,953	269,953	83,612	10,868	4,241	82,429
	3,500	2,800	65,635	254,428	254,428	83,609	10,872	4,117	82,424
	3,250	3,050	61,630	238,904	238,904	83,606	10,877	3,992	82,417
	3,000	3,300	57,626	223,380	223,380	83,603	10,882	3,868	82,403
	2,750	3,550	53,621	207,857	207,857	83,599	10,888	3,744	82,379
	2,500	3,800	49,617	192,337	192,337	83,595	10,895	3,620	82,347
	2,250	4,050	45,614	176,818	176,818	83,590	10,904	3,496	82,313
	2,000	4,300	41,611	161,301	161,301	83,584	10,914	3,373	82,279
	1,750	4,550	37,609	145,787	145,787	83,577	10,926	3,250	82,244
	1,500	4,800	33,607	130,275	130,275	83,568	10,941	3,127	82,210
	1,250	5,050	29,606	114,765	114,765	83,557	10,961	3,005	82,153
	1,000	5,300	25,606	99,261	99,261	83,543	10,986	2,884	82,049
	0,750	5,550	21,609	83,764	83,764	83,524	11,022	2,765	81,900
	0,500	5,800	17,614	68,278	68,278	83,497	11,073	2,649	81,707
	0,250	6,050	13,624	52,810	52,810	83,454	11,155	2,538	81,314
	0,000	6,300	9,642	37,376	37,376	83,382	11,306	2,439	80,624
	0,000	6,300	1,000	3,876	3,876	82,318	11,987	2,148	3,145

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Antiescora Br	6,300	0,000	100,000	387,639	387,639	83,624	-10,784	5,174	0,000
	6,300	0,000	98,000	379,886	379,886	83,624	-10,758	5,114	6,859
	6,300	0,000	97,900	379,499	379,499	83,624	-10,757	5,111	7,379
	6,300	0,000	89,506	346,962	346,962	83,621	-10,712	4,859	82,428
	6,250	0,050	88,705	343,857	343,857	83,621	-10,711	4,834	82,427
	6,000	0,300	84,700	328,332	328,332	83,619	-10,707	4,709	82,421
	5,750	0,550	80,696	312,808	312,808	83,617	-10,702	4,585	82,412
	5,500	0,800	76,691	297,285	297,285	83,616	-10,697	4,460	82,393
	5,250	1,050	72,687	281,763	281,763	83,614	-10,692	4,336	82,365
	5,000	1,300	68,683	266,243	266,243	83,611	-10,685	4,211	82,331
	4,750	1,550	64,680	250,725	250,725	83,609	-10,678	4,087	82,297
	4,500	1,800	60,678	235,210	235,210	83,606	-10,670	3,963	82,262
	4,250	2,050	56,676	219,697	219,697	83,603	-10,661	3,839	82,228
	4,000	2,300	52,674	204,185	204,185	83,599	-10,651	3,715	82,190
	3,750	2,550	48,674	188,678	188,678	83,595	-10,639	3,591	82,111
	3,500	2,800	44,675	173,176	173,176	83,590	-10,625	3,467	81,988
	3,250	3,050	40,678	157,684	157,684	83,585	-10,608	3,344	81,820
	3,000	3,300	36,685	142,205	142,205	83,579	-10,588	3,221	81,578
	2,750	3,550	32,697	126,748	126,748	83,571	-10,563	3,099	81,095
	2,500	3,800	28,720	111,331	111,331	83,564	-10,532	2,978	80,267
	2,250	4,050	24,764	95,995	95,995	83,558	-10,493	2,858	78,599
	2,000	4,300	20,845	80,805	80,805	83,555	-10,442	2,740	75,939
	1,750	4,550	16,984	65,838	65,838	83,562	-10,376	2,626	72,155
	1,500	4,800	13,202	51,175	51,175	83,581	-10,282	2,517	67,544
	1,250	5,050	9,511	36,868	36,868	83,628	-10,135	2,418	62,459
	1,000	5,300	6,115	23,704	23,704	83,653	-9,916	2,333	36,673
	0,750	5,550	3,440	13,333	13,333	83,653	-9,687	2,250	15,472
	0,500	5,800	1,529	5,926	5,926	83,653	-9,458	2,167	4,584
	0,404	5,896	1,000	3,876	3,876	83,653	-9,370	2,135	2,425
	0,250	6,050	0,382	1,481	1,481	83,653	-9,229	2,083	0,573
	0,000	6,300	0,000	0,000	0,000	83,653	-9,000	2,000	0,000



ANEXO V: Tablas de sondas  
Noelia López Puentenueva

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A.Grisés	1,000	0,000	100,000	1,470	1,470	154,350	-0,500	2,500	0,000
	1,000	0,000	98,000	1,441	1,441	154,350	-0,492	2,491	0,005
	1,000	0,000	97,900	1,439	1,439	154,350	-0,492	2,490	0,006
	1,000	0,000	81,801	1,202	1,202	154,350	-0,463	2,416	0,151
	0,950	0,050	76,801	1,129	1,129	154,350	-0,461	2,391	0,151
	0,900	0,100	71,801	1,055	1,055	154,350	-0,458	2,367	0,151
	0,850	0,150	66,801	0,982	0,982	154,350	-0,455	2,342	0,151
	0,800	0,200	61,801	0,908	0,908	154,350	-0,451	2,318	0,151
	0,750	0,250	56,801	0,835	0,835	154,350	-0,447	2,294	0,151
	0,700	0,300	51,801	0,761	0,761	154,350	-0,441	2,270	0,151
	0,650	0,350	46,801	0,688	0,688	154,350	-0,435	2,246	0,151
	0,600	0,400	41,801	0,614	0,614	154,350	-0,427	2,222	0,151
	0,550	0,450	36,801	0,541	0,541	154,350	-0,418	2,199	0,151
	0,500	0,500	31,801	0,467	0,467	154,350	-0,405	2,176	0,151
	0,450	0,550	26,801	0,394	0,394	154,350	-0,387	2,155	0,151
	0,400	0,600	21,801	0,320	0,320	154,350	-0,361	2,134	0,151
	0,350	0,650	16,828	0,247	0,247	154,350	-0,321	2,117	0,134
	0,300	0,700	12,364	0,182	0,182	154,350	-0,275	2,100	0,084
	0,250	0,750	8,586	0,126	0,126	154,350	-0,229	2,083	0,049
	0,200	0,800	5,495	0,081	0,081	154,350	-0,183	2,067	0,025
	0,150	0,850	3,091	0,045	0,045	154,350	-0,137	2,050	0,011
	0,100	0,900	1,374	0,020	0,020	154,350	-0,092	2,033	0,003
	0,085	0,915	1,000	0,015	0,015	154,350	-0,078	2,028	0,002
	0,050	0,950	0,343	0,005	0,005	154,350	-0,046	2,017	0,000
	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	154,350	0,000	2,000	0,000



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto 17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

### **Cuaderno nº5: CONDICIONES DE CARGA**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018



## Cdno.5 Condiciones de carga

---

### RESUMEN

En este cuaderno se estudia la estabilidad del buque a pequeños y grandes ángulos y el criterio meteorológico para cada condición de carga operativa del buque proyecto permitiendo valorar que la condición más estable es la de llegada en lastre al 10 % de provisiones bajo el cumplimiento de los criterios establecidos por la OMI (IS 2008).

También se garantiza la estabilidad después de averías según *SOLAS, Cap.II-1, Parte B* mediante el Método determinístico

Neste libro, a estabilidade do buque estúdase a pequenos e grandes ángulos e o criterio meteorolóxico para cada condición de carga operativa do buque proxecto, permitindo avaliar que a condición máis estable é a de chegada no lastre ao 10% das provisións baixo o cumprimento dos criterios establecidos pola OMI (IS 2008).

A estabilidade tras avarías segundo SOLAS, capítulo II-1, parte B, tamén está garantida polo método determinista.

In this book, the stability of the ship is studied at small and wide angles and the meteorological criterion for each condition of operational load of the project, allowing to assess that the most stable condition is the arrival in ballast to 10% of provisions under the fulfillment of the criteria established by the IMO (IS 2008).

The stability after failures according to SOLAS, Chap. II-I, Part B is also guaranteed by the deterministic method.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Estabilidad en estado intacto .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Criterios de estabilidad .....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Criterios generales.....	2
2.1.2 Criterios meteorológico.....	2
<b>2.2 Condiciones de carga a evaluar .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Corrección de superficies libres.....</b>	<b>7</b>
2.3.1 Corrección por superficies libres al GM (estabilidad a pequeños ángulos) .....	11
2.3.2 Corrección de superficies libres al GZ (estabilidad a grandes ángulos).....	11
<b>3. Condiciones de carga .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 CONDICIÓN 1: Salida a plena carga y 100 % de consumos. ....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Validación de los criterios de estabilidad .....	15
3.1.2 Criterio meteorológico .....	15
<b>3.2 CONDICIÓN 2: Llegada a puerto a plena carga con un 10% de consumos .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Validación de los criterios de estabilidad .....	19
3.2.2 Criterio meteorológico .....	19
<b>3.3 CONDICIÓN 3: Salida en lastre con el 100% de provisiones y sin carga .....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Validación de los criterios de estabilidad .....	22
3.3.2 Criterio meteorológico .....	22
<b>3.4 CONDICIÓN 4: Llegada en lastre con el 10% de provisiones y sin carga .....</b>	<b>22</b>
3.3.1 Validación de los criterios de estabilidad .....	25
3.3.2 Criterio meteorológico .....	25
<b>4. Resumen y comentarios .....</b>	<b>26</b>
<b>5. ESTABILIDAD DESPUES DE AVERIAS .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1. Condiciones de carga .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2. Índice de compartimentado prescrito (R) .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Índice de compartimentado obtenido (A).....</b>	<b>28</b>
<b>5.4 Compartimentado del buque.....</b>	<b>29</b>
<b>5.5 Permeabilidad de los espacios.....</b>	<b>33</b>
<b>5.6 Cálculos con Maxsurf .....</b>	<b>35</b>
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>38</b>

## ANEXO I

<b>1. Resultados de la Condición de Carga 1.....</b>	<b>40</b>
<b>1.1 Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 1.....</b>	<b>43</b>
<b>2. Resultados de la Condición de Carga 2.....</b>	<b>45</b>



<b>2.1. Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 2.....</b>	<b>48</b>
<b>3. Resultados de la Condición de Carga 3.....</b>	<b>50</b>
<b>4. Resultados de la Condición de Carga 4.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1. Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 4.....</b>	<b>58</b>
<b>5. Cálculo probabilístico.....</b>	<b>61</b>

## 1. Introducción

En este cuaderno se estudia las condiciones operativas del buque según los pesos de carga y formas de la carena para el cálculo de las diferentes condiciones del buque y la resistencia estructural.

Las correcciones de superficies libres de los tanques se realizan bajo el criterio de estabilidad de la A.749, Cap 3,3.

Se comprobará con las curvas de estabilidad el cumplimiento de los criterios establecidos por la OMI (IS 2008) y Administración española en estado intacto para condición de carga, criterio meteorológico en buques de carga de eslora igual o superior a 24 m y criterio de viento recogidos en el mismo código.

Las dimensiones del buque proyecto son las siguientes:

**Tabla 1: Dimensiones finales**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Puntal a la cubierta principal (D)	8,3 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
Velocidad	25 nudos

## 2. Estabilidad en estado intacto

### 2.1 Criterios de estabilidad

#### 2.1.1 Criterios generales

Los criterios de estabilidad aplicables de la Resolución MSC 85/26/Add.1 (Parte “A”, Capítulo 2, Apartados 2.2 y 3.1) de la IMO indican que:

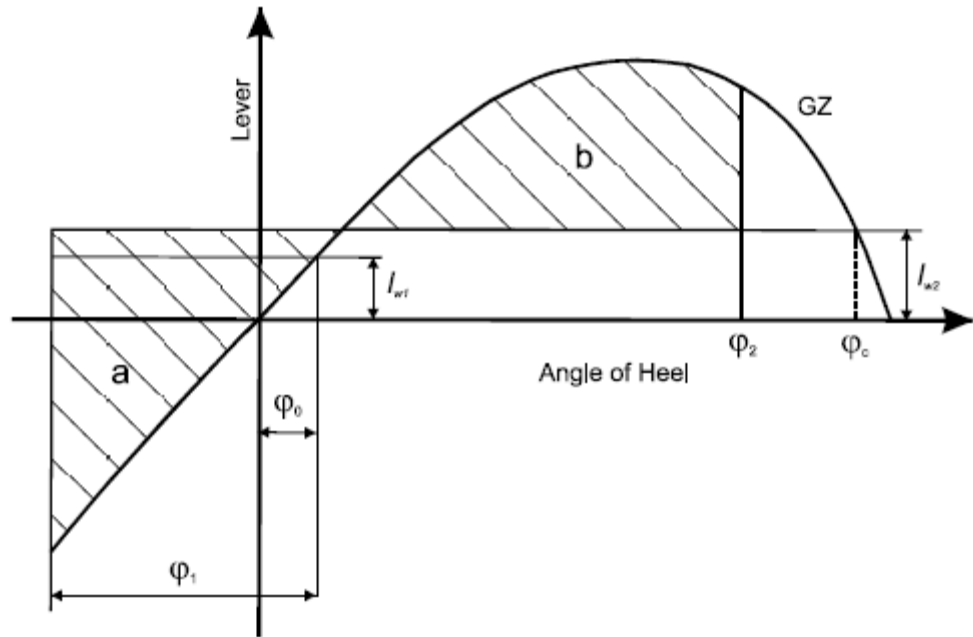
- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 metro-radian hasta un ángulo de escora  $\varphi = 30^\circ$ , ni inferior a 0,09 metro-radian hasta un ángulo de escora  $\varphi = 40^\circ$ , o hasta el ángulo de inundación  $\varphi_f$  si es inferior  $40^\circ$ . Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$  o de  $30^\circ$  y  $\varphi_f$ , si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no será inferior a 0,03 m\*rad.
- El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a  $30^\circ$ .
- El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a  $25^\circ$ . Si esto no es posible, podrán aplicarse criterios basados en un nivel de seguridad equivalente.
- La altura metacéntrica inicial  $GM_0$  no será inferior a 0,15 m.

#### 2.1.2 Criterios meteorológico

La capacidad de un buque de soportar efectos combinados de vientos de través y balance han de demostrarse con los criterios recogidos en MSC 85/26/Add.1 (Parte “A”, Capítulo 2, Apartados 2.3):

1. Se someterá el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $L_{w1}$ )
2. Se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante ( $\varphi_0$ ), el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance ( $\varphi_1$ ) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante ( $\varphi_0$ ) no deberá ser superior a  $16^\circ$  o al 80 % del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor;
3. se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $L_{w2}$ ); y
4. En estas circunstancias, el área b debe ser igual o superior al área a, como se indica en la figura:

**Figura 1: Brazo adrizante de criterio meteorológico**



Donde los ángulos de la figura 1 se definen del modo siguiente:

$\varphi_0$  , ángulo de escora provocado por un viento constante.

$\varphi_1$  , ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas.

$\varphi_2$  , ángulo de inundación progresiva ( $\varphi_f$ ), o  $50^\circ$ , o ( $\varphi_c$ ), tomando de estos valores el menor,

siendo:

$\varphi_f$  ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no hará falta considerar abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva.

$\varphi_c$  ángulo de la segunda intersección entre la curva de brazos escorantes  $L_{w2}$  y la de brazos GZ.

Los brazos escorantes  $l_{w1}$  y  $l_{w2}$  provocados por el viento, a que se hace referencia, son valores constantes a todos los ángulos de inclinación y se calcularán del modo siguiente:

$$l_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{g \cdot \Delta} \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}]$$

$$l_{w2} = 1.5 \cdot l_{w1} \quad [\text{m}]$$

donde:

P presión del viento de 504 Pa.

A= área lateral proyectada de la parte del buque y de la cubertada que quede por encima de la flotación (m<sup>2</sup>).

Z= distancia vertical desde el centro del área A hasta el centro del área lateral de la obra viva, o aproximadamente hasta el punto medio del calado medio (m).

Δ = desplazamiento (t).

g = aceleración debida a la gravedad de 9,81 m/s<sup>2</sup>.

El ángulo de balance φ<sub>1</sub>, se calculará del modo siguiente:

$$\varphi_1 = 109 * k * X_1 * X_2 * \sqrt{r * s} \quad (\text{degrees})$$

Donde:

X<sub>1</sub>= factor indicado en la cuadro I

X<sub>2</sub> factor indicado en el cuadro II

k factor que corresponde a lo siguiente:

- k = 1,0 respecto de un buque de pantoque redondo que no tenga quillas de balance ni quilla de barra.
- k = 0,7 respecto de un buque de pantoque quebrado
- k = el valor que se indica en el cuadro III respecto de un buque con quillas de balance, quilla de barra o ambas.

$$r = 0.73 + 0.6 OG/d$$

Donde:

$$OG = KG - d$$

d, calado medio de trazado del buque (m)

s, factor indicado en el cuadro IV, donde T es el periodo natural de balance del buque. Si no se dispone de información suficiente, puede utilizarse la siguiente aproximación:

$$T = \frac{2 * C * B}{\sqrt{GM}} \quad (s)$$

donde:

$$C = 0,373 + 0,023(B/d) - 0,043(L_{wl}/100)$$

$L_{wl}$ , eslora en la flotación del buque (m)

$B$ , manga de trazado del buque (m)

$d$ , calado medio de trazado del buque (m)

$C_B$ , coeficiente de bloque

$A_K$ , área total de las quillas de balance o área de la proyección lateral de la quilla de barra, o suma de estas áreas ( $m^2$ )

$GM$ , altura metacéntrica corregida por el efecto de superficie libre (m).

**Figura 2**

$B / T_1$	$X_1$	$C_B$	$X_2$	$\frac{A_K \cdot 100}{L_c \cdot B}$	$k$	$T_R$	$s$
$\leq 2.4$	1.00	$\leq 0.45$	0.75	0.0	1.00	$\leq 6$	0.100
2.5	0.98	0.50	0.82	1.0	0.98	7	0.098
2.6	0.96	0.55	0.89	1.5	0.95	8	0.093
2.7	0.95	0.60	0.95	2.0	0.88	12	0.065
2.8	0.93	0.65	0.97	2.5	0.79	14	0.053
2.9	0.91	$\geq 0.70$	1.00	3.0	0.74	16	0.044
3.0	0.90			3.5	0.72	18	0.038
3.2	0.86						
3.4	0.82						
$\geq 3.5$	0.80						

## 2.2 Condiciones de carga a evaluar

Las situaciones de carga a estudiar para buques de carga según la ISC 2008 o MSC 85/26/Add. 1 de la IMO (Parte “B”, Capítulo 3, Apartado 3.4.1.2) son:

1. Buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible.
2. Buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10% de provisiones y combustible.
3. Buque en la condición de salida en lastre, sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible.
4. Buque en la condición de llegada en lastre, sin carga, y con el 10% de provisiones y combustible.

Para analizar el cumplimiento de la normativa se estimará el peso en rosca y su centro de gravedad. La carga y tripulación se distribuyen como sigue

**Tabla 2 : Posiciones de las cubiertas**

Cubierta	Altura sobre L.B	Tipo	Nº carga	Tripulantes y conductores
Bodega	2 m	Semi-trailer	17	
Cbta ppal	8,3 m	Semi-trailer	66	
Cbta.Super	18,5 m	Semi-trailer	48	—
Cubierta fija	13,6 m	Coches	50	
Cardeck	13,4 m	Roll-trailer	49	
Cubierta 7	23,8 m			23
Cubierta 8	26,7 m			8

Los valores que se estiman para las partidas de peso muerto son:

- Carga: Se toma un peso medio de 35 ton. por semitrailer/rolltrailer con un centro de gravedad vertical a 2,17 mde la cubierta. En los cohes se estima a 2 ton por cada uno con c.g a 0,7 m
- Tripulación y conductores: el peso a considerar será de 125 kg individual incluyendo equipaje situando el c.d.g a 1m sobre cubierta.
- Viveres: se consideran 5 Kg por persona/día para la autonomía de 17,5 días. se sitúan en la cocina a 0,8 m sobre la cubierta 7.

### 2.3 Corrección de superficies libres

En tanques parcialmente llenos, la superficie del líquido permanecerá paralela a la flotación en cualquier escora, lo que supone una pérdida de estabilidad con la disminución de GM y GZ, esto no sucede si estuvieran llenos aunque igualmente corregirían.

Según la Resolución A.749 (Apartado 3.3) y actualización en ISC 2008 define que, en todas las condiciones de carga, la altura metacéntrica inicial y las curvas de estabilidad se deberán corregir a fin de considerar el efecto de las superficies libres de los líquidos existentes en los tanques.

Los tanques a tener en cuenta serán los que tengan un llenado inferior al 98% del total.

- Los tanques que se tengan en cuenta al determinar los efectos de los líquidos sobre la estabilidad para todos los ángulos de inclinación incluirán los tanques aislados o los grupos de tanques para cada clase de líquidos (incluidos los de agua de lastre) que según las condiciones de servicio puedan tener superficies libres al mismo tiempo.
- Para determinar esta corrección por superficie libre, los tanques que se supongan parcialmente llenos serán aquellos que causen el máximo momento por superficie libre  $M_{fs}$  a una inclinación de 30 cuando estén llenos al 50% de su capacidad.
- El valor de  $M_{fs}$  para cada tanque se puede deducir de la fórmula:

$$M_{f.s.} = vbyk\sqrt{\delta}$$

donde:

$M_{f.s.}$  es el momento por superficie libre a una inclinación de 30°, en tonelámetros.

$v$  es la capacidad total del tanque, en  $m^3$ .

$b$  es la anchura máxima del tanque, en m.

$\gamma$  es el peso específico del líquido contenido en el tanque, en  $t/m^3$ .

$\delta$  es igual a  $\frac{v}{bhl}$  (coeficiente de bloque del tanque).

$h$  es la altura máxima del tanque, en m

$l$  es la longitud máxima del tanque, en m.

$k$  es un coeficiente adimensional que se obtiene según la relación de  $b/h$ .

Con los valores de la tabla siguiente se obtiene  $K$  utilizado en el momento de corrección por superficie libre.



**Tabla 3 : Valores del coeficiente K para calcular las correcciones por superficie libre**

$k = \frac{\sin \theta}{12} \left( 1 + \frac{\tan^2 \theta}{2} \right) \times b/h$ siendo $\cot \theta \geq b/h$															$k = \frac{\cos \theta}{8} \left( 1 + \frac{\tan \theta}{b/h} \right) - \frac{\cos \theta}{12(b/h)^2} \left( 1 + \frac{\cot^2 \theta}{2} \right)$ siendo $\cot \theta \leq b/h$														
$b/h \backslash \theta$	5°	10°	15°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	75°	80°	90°	$\theta \backslash b/h$															
20	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	20															
10	0,07	0,11	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	10															
5	0,04	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03	5															
3	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	3															
2	0,01	0,03	0,04	0,06	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	2															
1,5	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	1,5															
1	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	1															
0,75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,12	0,15	0,16	0,16	0,17	0,75															
0,5	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,09	0,16	0,18	0,21	0,25	0,5															
0,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,11	0,19	0,27	0,42	0,3															
0,2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,07	0,13	0,27	0,63	0,2															
0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,14	1,25	0,1															

- No es necesario incluir en los cálculos los tanques pequeños que cumplan la condición dada por la fórmula siguiente, empleando el valor de k que corresponde a una inclinación de 30°:

$$\frac{vb\gamma k\sqrt{\delta}}{\Delta_{\min}} < 0,01 \text{ m}$$

donde:

$\Delta_{\min}$  desplazamiento mínimo del buque, en toneladas métricas.

- No se tendrán en cuenta en los cálculos los residuos de líquidos que quedan normalmente en los tanques vacíos.

- Los tanques de carga líquida al 98% de llenado, la corrección será para la altura metacéntrica inicial a 5º de escora dividido por el desplazamiento.

El desplazamiento mínimo es equivalente al peso en rosca, en este caso se utiliza el calculado en el Cuaderno 2 de **12097,61 t.**, por lo que no corregirán aquellos tanques para  $M_{f.s.(30)} < \underline{120,976 \text{ t}\cdot\text{m.}}$

Los tanques simétricos de vaciado y llenado simultáneo sumarán el efecto generado por ambos.

Se determina la necesidad de corrección por superficies libres de los tanques en la tabla siguiente donde se muestra que los tanques que corrigen en la situación más desfavorable son: tanques de almacenamiento de combustible. Los tanques de lastre se consideran en la situación más desfavorable cuando no estén vacíos ni llenos al 100% (éstos se toman como lastre fijo).

**Tabla 4: Corrección de superficies libres en tanques**

<b>Símbolo</b>	<b>Denominación tanque</b>	<b>Simetría</b>	<b>v (m3)</b>	<b>γ (t/m3)</b>	<b>b(m)</b>	<b>l (m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>b/h</b>	<b>k</b>	<b>v<sup>δ</sup></b>	<b>CSL (t*m)</b>	<b>Corrección</b>
T01	T.sentinas Bodega	2	9,659	0,913	2,256	2,256	2	1,128	0,055	0,97	2,132	NO
T02	T.Almacén MDF	2	370,44	0,9	7,883	7,726	7,24	1,089	0,054	0,92	258,234	SI
T03	T.Almacén MDF	2	423,948	0,9	10,297	5,774	7,24	1,422	0,067	0,99	520,913	SI
T04	T.Almacén MDF	2	847,896	0,9	10,297	12	3,9	2,640	0,103	1,33	2142,949	SI
T05	T.Aguas oleosas	1	16,505	1	5,073	3	1,388	3,655	0,110	0,88	8,141	NO
T06	T.Almacén aceite	1	20,574	0,92	2,5	7	1,361	1,837	0,103	0,93	4,530	NO
T07	T.S.D Aceite	1	20,111	0,92	1,75	9,859	1,397	1,253	0,060	0,91	1,775	NO
T08	T.S.D Aceite	1	23,359	0,92	6	8,036	0,929	6,459	0,128	0,72	11,919	NO
T09	T.Almacén MDF	1	102,967	0,9	2,952	6,248	5,493	0,537	0,023	1,01	6,343	NO
T10	T.S.D Aceite	1	21,594	0,92	1,75	10,859	1,397	1,253	0,086	0,90	2,697	NO
T11	T.Aceite sucio	1	42,672	0,92	4,5	7,999	1,396	3,223	0,110	0,92	17,908	NO
T12	T.S.D Aceite	1	23,369	0,9	5	9,697	0,929	5,382	0,110	0,72	8,332	NO
T13	T.Agua almacén calderas	1	84,095	1	2,595	7,063	3,175	0,817	0,045	1,20	11,805	NO
T14	T.Agua dulce	1	64,697	1	4,603	3,76	4	1,151	0,072	0,97	20,728	NO
T15	T.Aguas grises	1	1,47	1	1	1,5	1	1,000	0,050	0,99	0,073	NO
T16	T.Aguas negras	1	1,47	1	1	1,5	1	1,000	0,050	0,99	0,073	NO
T18	T.Agua técnica	1	43,862	1	3,572	5,274	3,533	1,011	0,050	0,81	6,359	NO
T19	T.Sedimentación Sentinas	1	30,239	0,913	1,5	4,67	4,843	0,310	0,011	0,94	0,430	NO
T20	T.Sedimentación MDF	2	131,912	0,9	4,601	10,511	3,825	1,203	0,058	0,84	53,508	NO
T21	T.Lodos	1	22,655	0,913	2,596	2,166	4,501	0,577	0,026	0,95	1,321	NO
T22	T.Reboses MDF	2	50,241	0,9	8	4,496	2	4,000	0,054	0,84	32,649	NO
T23	T.Aceite limpio MM.AA	1	20,259	0,92	2,595	2	4	0,649	0,032	0,99	1,529	NO
T24	T.Aceite sucio MM.AA	1	20,259	0,92	2,595	2	4	0,649	0,032	0,99	1,529	NO
T25	T.S.D MDF	2	70,497	0,9	4,601	10,511	2	2,301	0,096	0,85	47,851	NO
L01	Lastre pique proa	1	318,667	1,025	3,06	8,85	8,3	0,369	0,013	1,19	15,471	NO
L02	Lastre	1	40,561	1,025	6,813	11,25	2	3,407	0,110	0,51	16,027	NO
L03	Lastre	1	162,253	1,025	9,474	11,249	2	4,737	0,110	0,87	151,217	SI
L04	Lastre	2	147,151	1,025	5,914	16,376	2	2,957	0,109	0,87	169,491	SI
L05	Lastre	2	107,012	1,025	6,492	9	2	3,246	0,110	0,96	149,916	SI
L06	Lastre	2	131,435	1,025	7,308	9,75	2	3,654	0,110	0,96	208,015	SI
L07	Lastre	2	260,556	1,025	7,797	17,352	2	3,899	0,110	0,98	449,544	SI
L08	Lastre	1	174,712	1,025	4,074	12	5,316	0,766	0,041	0,82	24,645	NO
L09	Lastre	1	118,602	1,025	2,996	12	5,05	0,593	0,027	0,81	7,948	NO
L10	Lastre	2	89,132	1,025	7	8,2	2,22	3,153	0,110	0,84	117,669	NO

Se estudian las correcciones de superficies libres en estabilidad inicial y a grandes ángulos.

### 2.3.1 Corrección por superficies libres al GM (estabilidad a pequeños ángulos)

La disminución de altura metacéntrica viene dada por:

$$GG_1 = \frac{\Sigma I_t \cdot \gamma_t}{\Delta}$$

Donde:

$I_t$  = momento de inercia transversal de la superficie del tanque en  $m^4$  ( $\frac{1}{12} \cdot b^3 \cdot l$ )

$\gamma_t$  = peso específico del líquido que corresponda en  $T/m^3$

$\Delta$  = desplazamiento del buque para la condición de carga a estudiar.

El valor de la altura metacéntrica corregida será:

$$GM_{SL} = GM_0 - GG_1$$

### 2.3.2 Corrección de superficies libres al GZ (estabilidad a grandes ángulos)

La disminución de la curva de brazos adrizantes (corrección de superficies libres, CSL) viene dada por:

$$CSL = \frac{\Sigma (M_{sl})_i}{\Delta}$$

Donde:

$(M_{sl})$  = momento de superficies libres en el tanque determinado al 50% de llenado y 30° de inclinación.

$$GZ_{csl} = GZ_0 - CSL$$

## 3. Condiciones de carga

### 3.1 CONDICIÓN 1: Salida a plena carga y 100 % de consumos.

La carga a considerar es la totalidad de semitrailers y coches. Se añade a los tanques, el grupo de tanques LNG de 1071 t, al estar sobre la cubierta superior fuera de la parte estanca, no se considera en la estabilidad el efecto de superficies libres, solo se trata como peso.

**Tabla 5 : Distribución de carga útil**

Cubierta	Nº vehículos/semitrail.	Peso (T)	XG(m)	KG(m)
Bodega	17	595	111,6	4,17
Cbta ppal	66	2310	71,272	10,47
Cbta.Super	48	1680	65,51	20,67
Cubierta fija	50	100	12,616	14,3
Cardeck	49	1715	110,376	15,57

Los tanques de aceite sucio irán al llenado de 5% y el de reboses y lodos al 10 %, el resto de tanques de consumo será al 100%.Se tomará como lastre fijo de llenado al 100% los tanques a proa de estribor y babor (L08 y L01).

Se aplica corrección de superficies libres con el criterio de IMO A.749 en los tanques que implican mayor corrección para cada combustible (situación más perjudicial) y lastre. Los tanques a considerar son de almacén T02,T03,T04.

Se obtienen los siguientes resultados sin corregir para esta condición:

$\Delta = 24973,371 \text{ t}$ $XG = 68,898 \text{ m}$ $KG = 10,087 \text{ m}$ $YG = -0,010 \text{ m}$
---

Se desglosa la distribución de pesos y valores hidrostáticos a continuación:

Figura 3 : Distribución de carga del buque en CONDICIÓN 1

	Item Name	Fluid type	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Buque en rosca		1	12097,710	12097,710			60,426	0,079	8,656	0,000	
2	Tripulación		1	3,750	3,750			156,600	0,000	27,600	0,000	User Specifie
3	Subtotal pesos fijos				12101,460			60,456	0,079	8,662	0,000	
4												
5	Viveres 100		1	2,625	2,625			160,764	0,000	24,500	0,000	
6												
7	Carga útil		1	6400,000	6400,000			83,071	0,000	15,355	0,000	
8												
9	Tanques LNG		1	1071,000	1071,000			55,459	0,000	21,500	0,000	User Specifie
10												
11	Pique pr lastre	Water Ballast	100%	326,640	326,640	318,673	318,673	175,758	0,000	4,742	0,000	User Specifie
12	Agua dulce	Fresh Water	100%	111,132	111,132	111,132	111,132	160,725	0,000	5,500	0,000	User Specifie
13	S.Diario MDF Er	DMB (ISO 821	100%	63,716	63,716	70,795	70,795	10,343	4,000	7,100	0,000	User Specifie
14	S.Diario MDF Br	DMB (ISO 821	100%	63,716	63,716	70,795	70,795	10,343	-4,000	7,100	0,000	User Specifie
15	Lastre pp1	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	3,360	3,594	0,000	User Specifie
16	Lastre pp2	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	-3,360	3,594	0,000	User Specifie
17	Aceite limpio MM.AA	Lube Oil	100%	20,968	20,968	22,791	22,791	19,725	1,292	6,100	0,000	User Specifie
18	Aceite sucio MM.AA	Lube Oil	5%	20,968	1,048	22,791	1,140	19,725	-1,292	4,200	2,646	User Specifie
19	Reboses MDF	Tank default	10%	50,429	5,043	50,429	5,043	10,965	-1,747	4,549	0,000	User Specifie
20	Reboses MDF	Tank default	10%	50,429	5,043	50,429	5,043	10,965	1,747	4,549	0,000	User Specifie
21	Almacén MDF Er	DMB (ISO 821	98%	763,106	747,844	847,896	830,938	62,850	6,150	4,430	954,099	IMO A.749(18
22	Almacén MDF Br	DMB (ISO 821	98%	763,106	747,844	847,896	830,938	62,850	-6,150	4,430	954,099	IMO A.749(18
23	Almacén MDF Br1	DMB (ISO 821	98%	381,553	373,922	423,948	415,469	71,850	-6,150	4,430	477,049	IMO A.749(18
24	Almacén MDF Er1	DMB (ISO 821	98%	381,553	373,922	423,948	415,469	71,850	6,150	4,430	477,049	IMO A.749(18
25	Almacén MDF Br11	DMB (ISO 821	98%	333,396	326,728	370,440	363,031	78,225	-5,000	4,430	251,463	IMO A.749(18
26	Almacén MDF Er11	DMB (ISO 821	98%	333,396	326,728	370,440	363,031	78,225	5,000	4,430	251,463	IMO A.749(18
27	Lastre pp br	Water Ballast	0%	121,558	0,000	118,593	0,000	30,443	-9,596	2,950	0,000	User Specifie
28	Sedimentación MDF Er	DMB (ISO 821	100%	118,718	118,718	131,908	131,908	13,498	10,031	6,530	0,000	User Specifie
29	Sedimentación MDF Br	DMB (ISO 821	100%	118,718	118,718	131,908	131,908	13,498	-10,031	6,530	0,000	User Specifie
30	Lastre C1	Water Ballast	100%	538,676	538,676	525,537	525,537	92,338	0,000	1,012	0,000	User Specifie
31	Lastre C2	Water Ballast	0%	269,414	0,000	262,843	0,000	105,650	0,000	0,000	0,000	User Specifie
32	Lastre C3	Water Ballast	0%	219,375	0,000	214,024	0,000	114,996	0,000	0,000	0,000	User Specifie
33	Lastre C4	Water Ballast	0%	303,247	0,000	295,851	0,000	125,814	0,000	0,000	0,000	User Specifie
34	Lastre C5	Water Ballast	0%	166,586	0,000	162,523	0,000	145,923	0,000	0,000	0,000	User Specifie
35	Lastre C6	Water Ballast	0%	32,933	0,000	32,129	0,000	166,415	0,028	0,000	0,000	User Specifie
36	Sedimentación Sentinas	Slops	10%	30,800	3,080	33,735	3,374	28,831	7,701	3,116	1,199	User Specifie

37	Lastre pp er	Water Ballast	0%	179,067	0,000	174,700	0,000	30,443	8,500	2,684	0,000	User Specifie
38	Agua técnica	Fresh Water	100%	43,603	43,603	43,603	43,603	37,867	-10,470	3,670	0,000	User Specifie
39	Agua almacén calderas	Fresh Water	100%	77,611	77,611	77,611	77,611	41,920	10,431	2,893	0,000	User Specifie
40	Lodos	Slops	100%	51,240	51,240	56,122	56,122	28,375	-8,287	5,547	0,000	User Specifie
41	Sentinas bodega	Slops	5%	8,679	0,434	9,506	0,475	138,946	1,685	0,099	0,000	User Specifie
42	Sentinas bodega	Slops	5%	8,679	0,434	9,506	0,475	138,946	-1,685	0,099	0,000	User Specifie
43	Almacen MDF	DMB (ISO 821	100%	103,653	103,653	115,170	115,170	50,543	-10,679	3,532	0,000	User Specifie
44	Aceite sucio	Lube Oil	5%	41,387	2,069	44,986	2,249	55,175	4,921	0,305	0,000	User Specifie
45	Almacén aceite	Lube Oil	100%	19,578	19,578	21,280	21,280	53,614	-3,999	0,953	0,000	User Specifie
46	Aceite SD1	Lube Oil	100%	28,122	28,122	30,567	30,567	43,442	-3,846	1,281	0,000	User Specifie
47	Aceite SD2	Lube Oil	100%	21,506	21,506	23,376	23,376	43,633	5,367	1,291	0,000	User Specifie
48	Aceite SD3	Lube Oil	100%	18,640	18,640	20,261	20,261	52,305	1,875	0,986	0,000	User Specifie
49	Aceite SD4	Lube Oil	100%	18,640	18,640	20,261	20,261	52,305	-1,875	0,986	0,000	User Specifie
50	Antiescora Er	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,805	10,777	4,237	0,000	User Specifie
51	Antiescora Br	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,805	-10,777	4,237	0,000	User Specifie
52	A. Grises	Fresh Water	10%	1,470	0,147	1,470	0,147	156,600	-0,500	2,050	0,000	User Specifie
53	A. Negras	Fresh Water	10%	1,470	0,147	1,470	0,147	156,600	0,500	2,050	0,000	User Specifie
54	A. Oleosas	Fresh Water	5%	17,085	0,854	17,085	0,854	55,686	-8,211	0,319	0,000	User Specifie
55	<b>Total Loadcase</b>				<b>24973,371</b>	<b>7549,778</b>	<b>5763,264</b>	<b>68,898</b>	<b>-0,010</b>	<b>9,952</b>	<b>3369,067</b>	
56	<b>FS correction</b>									<b>0,135</b>		
57	<b>VCG fluid</b>									<b>10,087</b>		

### 3.1.1 Validación de los criterios de estabilidad

Se resume la validación de los brazos adrizantes GZ y GM en la siguiente tabla :

**Tabla 6 : Resumen de criterios Cond.Carga 1**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
$d\ 30^\circ$	0,055 m·rad	0,4444 m·rad
$d\ 40^\circ$	0,09 m·rad	0,8053 m·rad
$d\ 40^\circ - d\ 30^\circ$	0,03 m·rad	0,3609 m·rad
GZ $30^\circ$	0,2 m	2,563 m
GZ máximo	$25^\circ$	$51,8^\circ$
$GM_0$	0,350 m	2,936 m

En el Anexo se muestra el informe desglosado de los criterios a cumplir y las salidas de los cálculos de arquitectura naval.

### 3.1.2 Criterio meteorológico

Se verifica el criterio para un Area lateral introducido del buque de **2828,98 m<sup>2</sup>** y siendo la distancia desde la linea base al centroide del área lateral de **11,23 m**

Siendo:

$\varphi_0$  , ángulo de escora provocado por un viento constante

b= Area 1

a= Area 2

**Tabla 7 : Resumen de criterio meteorológico Cond. carga 1**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
$\varphi_0$	$\leq 16\ \text{deg}$	0.7 deg
Area 1 (bajo GZ)/Area2 (bajo HA)	$\geq 100\%$	552,15 %



### 3.2 CONDICIÓN 2: Llegada a puerto a plena carga con un 10% de consumos

La condición será igual que la anterior solo que los consumos de aguas técnicas y agua dulce disminuyen al 10% de llenado. Los tanques de servicio diario y sedimentación estarán distribuidos para el consumo total del 10% de combustible.

Por otra parte los tanques de reboses, lodos y aceite sucio tendrán un llenado del 90%.

Los tanques antiescora irán al 70% de llenado habitual.

Los tanques a considerar en la corrección de superficies libres son: de lastre L01-L06.

Se obtienen los siguientes resultados sin corregir para esta condición:

$$\Delta = 22867,766 \text{ t}$$

$$XG = 70,595 \text{ m}$$

$$KG = 10,171 \text{ m}$$

$$YG = 0,06 \text{ m}$$

Se desglosa la distribución de pesos y valores hidrostáticos de la condición a plena carga, a continuación:

**Figura 4 : Distribución de carga del buque en CONDICIÓN 2**

	Item Name	Fluid type	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m³	Total Volume m³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Buque en rosca		1	12097,710	12097,710			60,426	0,079	8,656	0,000	
2	Tripulación		1	3,750	3,750			156,600	0,000	27,600	0,000	User Specifie
3	Subtotal pesos fijos				12101,460			60,456	0,079	8,662	0,000	
4												
5	Viveres 10		1	0,263	0,263			160,764	0,000	24,500	0,000	
6												
7	Carga útil		1	6400,000	6400,000			83,071	0,000	15,355	0,000	
8												
9	Tanques LNG		1	842,604	842,604			55,459	0,000	21,500	0,000	User Specifie
10												
11	Pique pr lastre	Water Ballast	100%	326,640	326,640	318,673	318,673	175,758	0,000	4,742	0,000	User Specifie
12	Agua dulce	Fresh Water	10%	111,132	11,113	111,132	11,113	160,725	0,000	3,700	0,000	User Specifie
13	S.Diario MDF Er	DMB (ISO 821	98%	63,716	62,441	70,795	69,379	10,343	4,000	7,080	0,000	User Specifie
14	S.Diario MDF Br	DMB (ISO 821	98%	63,716	62,441	70,795	69,379	10,343	-4,000	7,080	0,000	User Specifie
15	Lastre pp1	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	3,360	3,594	0,000	User Specifie
16	Lastre pp2	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	-3,360	3,594	0,000	User Specifie
17	Aceite limpio MM.AA	Lube Oil	85%	20,968	17,822	22,791	19,372	19,725	1,292	5,800	0,000	User Specifie
18	Aceite sucio MM.AA	Lube Oil	10%	20,968	2,097	22,791	2,279	19,725	-1,292	4,300	2,646	User Specifie
19	Reboses MDF	Tank default	90%	50,429	45,386	50,429	45,386	10,471	-3,688	5,290	0,000	User Specifie
20	Reboses MDF	Tank default	90%	50,429	45,386	50,429	45,386	10,471	3,688	5,290	0,000	User Specifie
21	Almacén MDF Er	DMB (ISO 821	0%	763,106	0,000	847,896	0,000	62,850	6,150	1,000	0,000	User Specifie
22	Almacén MDF Br	DMB (ISO 821	0%	763,106	0,000	847,896	0,000	62,850	-6,150	1,000	0,000	User Specifie
23	Almacén MDF Br1	DMB (ISO 821	0%	381,553	0,000	423,948	0,000	71,850	-6,150	1,000	0,000	User Specifie
24	Almacén MDF Er1	DMB (ISO 821	0%	381,553	0,000	423,948	0,000	71,850	6,150	1,000	0,000	User Specifie
25	Almacén MDF Br11	DMB (ISO 821	0%	333,396	0,000	370,440	0,000	78,225	-5,000	1,000	0,000	User Specifie
26	Almacén MDF Er11	DMB (ISO 821	0%	333,396	0,000	370,440	0,000	78,225	5,000	1,000	0,000	User Specifie
27	Lastre pp br	Water Ballast	100%	121,558	121,558	118,593	118,593	25,016	-10,915	6,208	0,000	User Specifie
28	Sedimentación MDF Er	DMB (ISO 821	88,5%	118,718	105,065	131,908	116,739	13,517	9,998	6,360	0,000	User Specifie
29	Sedimentación MDF Br	DMB (ISO 821	88,5%	118,718	105,065	131,908	116,739	13,517	-9,998	6,360	0,000	User Specifie
30	Lastre C1	Water Ballast	100%	538,676	538,676	525,537	525,537	92,338	0,000	1,012	0,000	IMO A.749(18
31	Lastre C2	Water Ballast	100%	269,414	269,414	262,843	262,843	105,883	0,000	1,043	0,000	IMO A.749(18
32	Lastre C3	Water Ballast	100%	219,375	219,375	214,024	214,024	115,246	0,000	1,077	0,000	IMO A.749(18
33	Lastre C4	Water Ballast	100%	303,247	303,247	295,851	295,851	127,469	0,000	1,110	0,000	IMO A.749(18
34	Lastre C5	Water Ballast	100%	166,586	166,586	162,523	162,523	146,174	0,000	1,150	0,000	IMO A.749(18
35	Lastre C6	Water Ballast	100%	32,933	32,933	32,129	32,129	166,218	0,215	1,016	0,000	User Specifie
36	Sedimentación Sentinas	Slops	90%	30,800	27,720	33,735	30,362	28,403	7,745	5,191	1,199	User Specifie

37	Lastre pp er	Water Ballast	100%	179,067	179,067	174,700	174,700	25,000	10,314	6,076	0,000	User Specifie
38	Agua técnica	Fresh Water	20%	43,603	8,721	43,603	8,721	38,214	-9,979	2,430	0,000	User Specifie
39	Agua almacén calderas	Fresh Water	10%	77,611	7,761	77,611	7,761	44,347	9,922	1,560	0,000	User Specifie
40	Lodos	Slops	90%	51,240	46,116	56,122	50,510	28,378	-8,286	5,302	0,000	User Specifie
41	Sentinas bodega	Slops	90%	8,679	7,811	9,506	8,555	138,972	2,095	0,947	0,000	User Specifie
42	Sentinas bodega	Slops	90%	8,679	7,811	9,506	8,555	138,972	-2,095	0,947	0,000	User Specifie
43	Almacen MDF	DMB (ISO 821	0%	103,653	0,000	115,170	0,000	53,812	-9,000	0,363	0,000	User Specifie
44	Aceite sucio	Lube Oil	90%	41,387	37,248	44,986	40,487	52,993	4,987	0,913	0,000	User Specifie
45	Almacén aceite	Lube Oil	10%	19,578	1,958	21,280	2,128	54,772	-3,991	0,344	0,000	User Specifie
46	Aceite SD1	Lube Oil	10%	28,122	2,812	30,567	3,057	45,822	-3,614	0,859	0,000	User Specifie
47	Aceite SD2	Lube Oil	10%	21,506	2,151	23,376	2,338	45,890	5,159	0,880	0,000	User Specifie
48	Aceite SD3	Lube Oil	10%	18,640	1,864	20,261	2,026	54,437	1,874	0,373	0,000	User Specifie
49	Aceite SD4	Lube Oil	10%	18,640	1,864	20,261	2,026	54,437	-1,874	0,373	0,000	User Specifie
50	Antiescora Er	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,805	10,777	4,237	0,000	User Specifie
51	Antiescora Br	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,805	-10,777	4,237	0,000	User Specifie
52	A. Grises	Fresh Water	90%	1,470	1,323	1,470	1,323	156,600	-0,500	2,450	0,000	User Specifie
53	A. Negras	Fresh Water	90%	1,470	1,323	1,470	1,323	156,600	0,500	2,450	0,000	User Specifie
54	A. Oleosas	Fresh Water	85%	17,085	14,522	17,085	14,522	55,388	-9,188	0,907	0,000	User Specifie
55	<b>Total Loadcase</b>				<b>22867,766</b>	<b>7549,778</b>	<b>3517,988</b>	<b>70,595</b>	<b>0,060</b>	<b>10,171</b>	<b>3,845</b>	
56	<b>FS correction</b>									<b>0,000</b>		
57	<b>VCG fluid</b>									<b>10,171</b>		

### 3.2.1 Validación de los criterios de estabilidad

Se resume la validación de los brazos adrizantes GZ y GM en la siguiente tabla :

**Tabla 8 : Resumen de criterios Cond.Carga 2**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
d 30°	0,055 m·rad	0,4401 m·rad
d 40°	0,09 m·rad	0,7953 m·rad
d 40° - d 30°	0,03 m·rad	0,3552 m·rad
GZ 30°	0,2 m	2,514 m
GZ máximo	25°	51,8°
GM <sub>0</sub>	0,350 m	3,232 m

En el Anexo se muestra el informe desglosado de los criterios a cumplir y las salidas de los cálculos de arquitectura naval.

### 3.2.2 Criterio meteorológico

**Tabla 9 : Resumen de criterio meteorológico Cond. carga 2**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
$\varphi_0$	$\leq 16$ deg	1,9 deg
Area 1 (bajo GZ)/Area2 (bajo HA)	$\geq 100\%$	494,16 %

### 3.3 CONDICIÓN 3: Salida en lastre con el 100% de provisiones y sin carga

Será como la condición 1 salvo que no se aplica la carga. Los tanques a considerar en la corrección de superficies libres son: de almacén de MDF.

Se obtienen los siguientes resultados sin corregir para esta condición:

$\Delta = 18325,961$ t $XG = 62,264$ m $KG = 8,377$ m $YG = -0,109$ m
--

**Figura 5 : Distribución de carga del buque en CONDICIÓN 3**

	Item Name	Fluid type	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m³	Total Volume m³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Buque en rosca		1	12097,710	12097,710			60,426	0,079	8,656	0,000	
2	Tripulación		1	3,750	3,750			156,600	0,000	27,600	0,000	User Specifie
3	Subtotal pesos fijos				12101,460			60,456	0,079	8,662	0,000	
4												
5	Viveres 100		1	2,625	2,625			160,764	0,000	24,500	0,000	
6												
7	Carga útil		0	6400,000	0,000			83,071	0,000	15,355	0,000	
8												
9	Tanques LNG		1	1071,000	1071,000			55,459	0,000	21,500	0,000	User Specifie
10												
11	Pique pr lastre	Water Ballast	100%	326,640	326,640	318,673	318,673	176,077	-0,447	2,004	0,000	User Specifie
12	Agua dulce	Fresh Water	100%	111,132	111,132	111,132	111,132	160,449	-2,224	3,775	0,000	User Specifie
13	S.Diario MDF Er	DMB (ISO 821	100%	63,716	63,716	70,795	70,795	10,322	3,312	7,012	0,000	User Specifie
14	S.Diario MDF Br	DMB (ISO 821	100%	63,716	63,716	70,795	70,795	10,343	-4,000	7,100	0,000	User Specifie
15	Lastre pp1	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,942	1,919	3,457	0,000	User Specifie
16	Lastre pp2	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	-3,360	3,594	0,000	User Specifie
17	Aceite limpio MM.AA	Lube Oil	100%	20,968	20,968	22,791	22,791	19,725	1,292	6,100	0,000	User Specifie
18	Aceite sucio MM.AA	Lube Oil	5%	20,968	1,048	22,791	1,140	19,671	-2,137	4,358	2,646	User Specifie
19	Reboses MDF	Tank default	10%	50,429	5,043	50,429	5,043	10,470	-7,323	5,201	0,000	User Specifie
20	Reboses MDF	Tank default	10%	50,429	5,043	50,429	5,043	10,356	0,525	4,691	0,000	User Specifie
21	Almacén MDF Er	DMB (ISO 821	98%	763,106	747,844	847,896	830,938	62,831	6,060	4,438	1113,115	IMO A.749(18
22	Almacén MDF Br	DMB (ISO 821	98%	763,106	747,844	847,896	830,938	62,831	-6,240	4,438	1113,115	IMO A.749(18
23	Almacén MDF Br1	DMB (ISO 821	98%	381,553	373,922	423,948	415,469	71,845	-6,240	4,437	556,558	IMO A.749(18
24	Almacén MDF Er1	DMB (ISO 821	98%	381,553	373,922	423,948	415,469	71,845	6,060	4,437	556,558	IMO A.749(18
25	Almacén MDF Br11	DMB (ISO 821	98%	333,396	326,728	370,440	363,031	78,218	-5,068	4,436	293,374	IMO A.749(18
26	Almacén MDF Er11	DMB (ISO 821	98%	333,396	326,728	370,440	363,031	78,218	4,932	4,436	293,374	IMO A.749(18
27	Lastre pp br	Water Ballast	100%	121,558	121,558	118,593	118,593	25,016	-10,915	6,208	0,000	User Specifie
28	Sedimentación MDF Er	DMB (ISO 821	100%	118,718	118,718	131,908	131,908	13,576	8,640	5,119	0,000	User Specifie
29	Sedimentación MDF Br	DMB (ISO 821	100%	118,718	118,718	131,908	131,908	13,498	-10,031	6,530	0,000	User Specifie
30	Lastre C1	Water Ballast	0%	538,676	0,000	525,537	0,000	83,874	-9,000	0,000	0,000	User Specifie
31	Lastre C2	Water Ballast	0%	269,414	0,000	262,843	0,000	101,155	-8,500	0,000	0,000	User Specifie
32	Lastre C3	Water Ballast	0%	219,375	0,000	214,024	0,000	110,901	-8,000	0,000	0,000	User Specifie
33	Lastre C4	Water Ballast	0%	303,247	0,000	295,851	0,000	119,937	-7,270	0,000	0,000	User Specifie
34	Lastre C5	Water Ballast	0%	166,586	0,000	162,523	0,000	141,109	-4,358	0,000	0,000	User Specifie
35	Lastre C6	Water Ballast	0%	32,933	0,000	32,129	0,000	163,371	-1,191	0,000	0,000	User Specifie
36	Sedimentación Sentinas	Slops	10%	30,800	3,080	33,735	3,374	28,649	7,497	3,179	1,199	User Specifie



## Cuaderno N°5: Condiciones de carga

Noelia López Puentenueva

37	Lastre pp er	Water Ballast	100%	179,067	179,067	174,700	174,700	25,770	9,157	4,101	0,000	User Specific
38	Agua técnica	Fresh Water	100%	43,603	43,603	43,603	43,603	37,867	-10,470	3,670	0,000	User Specific
39	Agua almacén calderas	Fresh Water	100%	77,611	77,611	77,611	77,611	0,000	-3,020	0,969	0,000	User Specific
40	Lodos	Slops	5%	51,240	2,562	56,122	2,806	28,559	-9,024	3,402	0,000	User Specific
41	Sentinas bodega	Slops	5%	8,679	0,434	9,506	0,475	138,891	1,283	0,173	0,000	User Specific
42	Sentinas bodega	Slops	5%	8,679	0,434	9,506	0,475	138,827	-2,882	0,336	0,000	User Specific
43	Almacen MDF	DMB (ISO 821	100%	103,653	103,653	115,170	115,170	50,543	-10,679	3,532	0,000	User Specific
44	Aceite sucio	Lube Oil	100%	41,387	41,387	44,986	44,986	0,000	-3,020	0,969	0,000	User Specific
45	Almacén aceite	Lube Oil	100%	19,578	19,578	21,280	21,280	53,614	-3,999	0,953	0,000	User Specific
46	Aceite SD1	Lube Oil	100%	28,122	28,122	30,567	30,567	43,442	-3,846	1,281	0,000	User Specific
47	Aceite SD2	Lube Oil	100%	21,506	21,506	23,376	23,376	0,000	-3,020	0,969	0,000	User Specific
48	Aceite SD3	Lube Oil	100%	18,640	18,640	20,261	20,261	52,020	1,183	0,490	0,000	User Specific
49	Aceite SD4	Lube Oil	100%	18,640	18,640	20,261	20,261	52,305	-1,875	0,986	0,000	User Specific
50	Antiescora Er	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,502	10,634	4,285	0,000	User Specific
51	Antiescora Br	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,501	-10,919	4,286	0,000	User Specific
52	A.Grises	Fresh Water	10%	1,470	0,147	1,470	0,147	156,546	-0,803	2,114	0,000	User Specific
53	A.Negras	Fresh Water	10%	1,470	0,147	1,470	0,147	156,546	0,197	2,114	0,000	User Specific
54	A.Oleosas	Fresh Water	5%	17,085	0,854	17,085	0,854	55,382	-11,344	0,916	0,000	User Specific
55	<b>Total Loadcase</b>				<b>18325,961</b>	<b>7549,778</b>	<b>5520,441</b>	<b>62,264</b>	<b>-0,109</b>	<b>8,162</b>	<b>3929,937</b>	
56	<b>FS correction</b>									<b>0,214</b>		
57	<b>VCG fluid</b>									<b>8,377</b>		

### 3.3.1 Validación de los criterios de estabilidad

Se resume la validación de los brazos adrizantes GZ y GM en la siguiente tabla :

**Tabla 10 : Resumen de criterios Cond.Carga 3**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
d 30°	0,055 m·rad	0,8014 m·rad
d 40°	0,09 m·rad	1,3826 m·rad
d 40° - d 30°	0,03 m·rad	0,5812 m·rad
GZ 30°	0,2 m	3,899 m
GZ máximo	25°	54,5°
GM <sub>0</sub>	0,350 m	5,988 m

En el Anexo se muestra el informe desglosado de los criterios a cumplir y las salidas de los cálculos de arquitectura naval.

### 3.3.2 Criterio meteorológico

**Tabla 11 : Resumen de criterio meteorológico Cond. carga 3**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
$\varphi_0$	$\leq 16$ deg	1,1 deg
Area 1 (bajo GZ)/Area2 (bajo HA)	$\geq 100\%$	491,3 %

### 3.4 CONDICIÓN 4: Llegada en lastre con el 10% de provisiones y sin carga

Esta condición es 2 pero sin carga. Los tanques a considerar en la corrección de superficies libres son: de lastre L04-L07.

Se obtienen los siguientes resultados sin corregir para esta condición:

$\Delta = 16470,315$ t $XG = 65,737$ m $KG = 8,157$ m $YG = 0,083$ m
---

**Figura 6 : Distribución de carga del buque en CONDICIÓN 4**

	Item Name	Fluid type	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Buque en rosca		1	12097,710	12097,710			60,426	0,079	8,656	0,000	
2	Tripulación		1	3,750	3,750			156,600	0,000	27,600	0,000	User Specifie
3	Subtotal pesos fijos				12101,460			60,456	0,079	8,662	0,000	
4												
5	Viveres 10		1	0,263	0,263			160,764	0,000	24,500	0,000	
6												
7	Carga útil		0	6400,000	0,000			83,071	0,000	15,355	0,000	
8												
9	Tanques LNG		1	842,604	842,604			55,459	0,000	21,500	0,000	User Specifie
10												
11	Pique pr lastre	Water Ballast	100%	326,640	326,640	318,673	318,673	175,758	0,000	4,742	0,000	User Specifie
12	Agua dulce	Fresh Water	10%	111,132	11,113	111,132	11,113	160,725	0,000	3,700	0,000	User Specifie
13	S.Diario MDF Er	DMB (ISO 821	100%	63,716	63,716	70,795	70,795	10,343	4,000	7,100	0,000	User Specifie
14	S.Diario MDF Br	DMB (ISO 821	100%	63,716	63,716	70,795	70,795	10,343	-4,000	7,100	0,000	User Specifie
15	Lastre pp1	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	3,360	3,594	0,000	User Specifie
16	Lastre pp2	Water Ballast	100%	91,744	91,744	89,507	89,507	26,944	-3,360	3,594	0,000	User Specifie
17	Aceite limpio MM.AA	Lube Oil	85%	20,968	17,822	22,791	19,372	19,725	1,292	5,800	0,000	User Specifie
18	Aceite sucio MM.AA	Lube Oil	10%	20,968	2,097	22,791	2,279	19,725	-1,292	4,300	2,646	User Specifie
19	Reboses MDF	Tank default	90%	50,429	45,386	50,429	45,386	10,471	-3,688	5,290	0,000	User Specifie
20	Reboses MDF	Tank default	90%	50,429	45,386	50,429	45,386	10,471	3,688	5,290	0,000	User Specifie
21	Almacén MDF Er	DMB (ISO 821	0%	763,106	0,000	847,896	0,000	62,850	6,150	1,000	0,000	User Specifie
22	Almacén MDF Br	DMB (ISO 821	0%	763,106	0,000	847,896	0,000	62,850	-6,150	1,000	0,000	User Specifie
23	Almacén MDF Br1	DMB (ISO 821	0%	381,553	0,000	423,948	0,000	71,850	-6,150	1,000	0,000	User Specifie
24	Almacén MDF Er1	DMB (ISO 821	0%	381,553	0,000	423,948	0,000	71,850	6,150	1,000	0,000	User Specifie
25	Almacén MDF Br11	DMB (ISO 821	0%	333,396	0,000	370,440	0,000	78,225	-5,000	1,000	0,000	User Specifie
26	Almacén MDF Er11	DMB (ISO 821	0%	333,396	0,000	370,440	0,000	78,225	5,000	1,000	0,000	User Specifie
27	Lastre pp br	Water Ballast	100%	121,558	121,558	118,593	118,593	25,016	-10,915	6,208	0,000	User Specifie
28	Sedimentación MDF Er	DMB (ISO 821	88,5%	118,718	105,065	131,908	116,739	13,517	9,998	6,360	0,000	User Specifie
29	Sedimentación MDF Br	DMB (ISO 821	88,5%	118,718	105,065	131,908	116,739	13,517	-9,998	6,360	0,000	User Specifie
30	Lastre C1	Water Ballast	100%	538,676	538,676	525,537	525,537	92,338	0,000	1,012	0,000	IMO A.749(18
31	Lastre C2	Water Ballast	100%	269,414	269,414	262,843	262,843	105,883	0,000	1,043	0,000	IMO A.749(18
32	Lastre C3	Water Ballast	100%	219,375	219,375	214,024	214,024	115,246	0,000	1,077	0,000	IMO A.749(18
33	Lastre C4	Water Ballast	100%	303,247	303,247	295,851	295,851	127,469	0,000	1,110	0,000	IMO A.749(18
34	Lastre C5	Water Ballast	100%	166,586	166,586	162,523	162,523	146,174	0,000	1,150	0,000	IMO A.749(18
35	Lastre C6	Water Ballast	100%	32,933	32,933	32,129	32,129	166,218	0,215	1,016	0,000	User Specifie
36	Sedimentación Sentinas	Sloos	90%	30,800	27,720	33,735	30,362	28,403	7,745	5,191	1,199	User Soecifie



37	Lastre pp er	Water Ballast	100%	179,067	179,067	174,700	174,700	25,000	10,314	6,076	0,000	User Specifie
38	Agua técnica	Fresh Water	20%	43,603	8,721	43,603	8,721	38,214	-9,979	2,430	0,000	User Specifie
39	Agua almacén calderas	Fresh Water	10%	77,611	7,761	77,611	7,761	44,347	9,922	1,560	0,000	User Specifie
40	Lodos	Slops	90%	51,240	46,116	56,122	50,510	28,378	-8,286	5,302	0,000	User Specifie
41	Sentinas bodega	Slops	90%	8,679	7,811	9,506	8,555	138,972	2,095	0,947	0,000	User Specifie
42	Sentinas bodega	Slops	90%	8,679	7,811	9,506	8,555	138,972	-2,095	0,947	0,000	User Specifie
43	Almacen MDF	DMB (ISO 821	0%	103,653	0,000	115,170	0,000	53,812	-9,000	0,363	0,000	User Specifie
44	Aceite sucio	Lube Oil	90%	41,387	37,248	44,986	40,487	52,993	4,987	0,913	0,000	User Specifie
45	Almacén aceite	Lube Oil	10%	19,578	1,958	21,280	2,128	54,772	-3,991	0,344	0,000	User Specifie
46	Aceite SD1	Lube Oil	10%	28,122	2,812	30,567	3,057	45,822	-3,614	0,859	0,000	User Specifie
47	Aceite SD2	Lube Oil	10%	21,506	2,151	23,376	2,338	45,890	5,159	0,880	0,000	User Specifie
48	Aceite SD3	Lube Oil	10%	18,640	1,864	20,261	2,026	54,437	1,874	0,373	0,000	User Specifie
49	Aceite SD4	Lube Oil	10%	18,640	1,864	20,261	2,026	54,437	-1,874	0,373	0,000	User Specifie
50	Antiescora Er	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,805	10,777	4,237	0,000	User Specifie
51	Antiescora Br	Fresh Water	70%	396,167	277,317	396,167	277,317	83,805	-10,777	4,237	0,000	User Specifie
52	A.Grisas	Fresh Water	90%	1,470	1,323	1,470	1,323	156,600	-0,500	2,450	0,000	User Specifie
53	A.Negras	Fresh Water	90%	1,470	1,323	1,470	1,323	156,600	0,500	2,450	0,000	User Specifie
54	A.Oleosas	Fresh Water	85%	17,085	14,522	17,085	14,522	55,388	-9,188	0,907	0,000	User Specifie
55	Total Loadcase				16470,315	7549,778	3520,820	65,737	0,083	8,156	3,845	
56	FS correction									0,000		
57	VCG fluid									8,157		

### 3.3.1 Validación de los criterios de estabilidad

Se resume la validación de los brazos adrizantes GZ y GM en la siguiente tabla :

**Tabla 12 : Resumen de criterios Cond.Carga 3**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
d 30°	0,055 m·rad	0,8855 m·rad
d 40°	0,09 m·rad	1,4995 m·rad
d 40° - d 30°	0,03 m·rad	0,6140 m·rad
GZ 30°	0,2 m	4,143 m
GZ máximo	25°	59,1°
GM <sub>0</sub>	0,350 m	7,023 m

En el Anexo se muestra el informe desglosado de los criterios a cumplir y las salidas de los cálculos de arquitectura naval.

### 3.3.2 Criterio meteorológico

**Tabla 13 : Resumen de criterio meteorológico Cond. carga 1**

CRITERIO	EXIGIDO	BUQUE
$\varphi_0$	$\leq 16$ deg	1,3 deg
Area 1 (bajo GZ)/Area2 (bajo HA)	$\geq 100\%$	430,71 %

## 4. Resumen y comentarios

Tras estudiar todas las condiciones de carga, se obtiene mayor estabilidad (a grandes y pequeños ángulos) en la condición 4, llegada en lastre con el 10% de las provisiones. La mayor corrección de superficies libres a pequeños ángulos se produce en la Condición 3 debido a las superficies libres de los tanques de almacenamiento de combustible. Por otra parte la Condición 4 genera menos superficies libres lo que implica que la corrección de GM sea de 0 m.

En todas las condiciones se observa que empeora la estabilidad a los 50 grados de escora.

La curva que contiene un GZ más constante a distintos valores de escora es la condición 3 y 4 ya que entre los 40 y 80 grados sufre pocos cambios en el GZ rondando los valores de 4 m. El valor de máximo GZ también lo encontramos en la condición 4 que adquiere 4,143 m en una escora de 59,1 grados. En lo referente a la estabilidad dinámica que soporta por viento el menor valor lo encontramos en la condición 1 mientras que el más elevado es el perteneciente a la condición 4. El KG superior se encuentra en la condición 1 con un valor casi de 10,087 m. El GM0 más elevado se encuentra en la condición 4 y le corresponde un valor de 7,023 m.

## 5. ESTABILIDAD DESPUES DE AVERIAS

La estabilidad en averías se realiza para garantizar la estanqueidad del buque tras la zozobra permitiendo estudiar el compartimentado del buque y prevenir accidentes en caso de avería.

Se calcula por el Método probabilístico en el que se define la flotación en la que el buque ha de superar en caso de sumergirse y la posición y longitud de los compartimentos. Este Método determina la probabilidad de inundación de un espacio dado por una extensión de avería.

Se asegura la estabilidad en averías si cumple con la normativa del SOLAS, *Cap.II-1, Parte B, Regla 6 y 7*.

En todos los casos se ha de asegurar el cumplimiento de:

$$A \geq R$$

Siendo,

- **R**, corresponde al índice de compartimentado requerido, función de la eslora de compartimentado y del número de personas a bordo.

- **A**, corresponde con el índice de compartimentado obtenido, el cual depende de la suma de los coeficientes de subdivisión a tres calados.

### 5.1. Condiciones de carga

La estabilidad tras avería se estudiará para tres situaciones diferentes, las cuales corresponden con lo que sigue;

- **Plena carga, salida de puerto.** Buque en condición de salida a plena carga, con la totalidad de provisiones y combustible. El calado correspondiente a esta situación será el calado a plena carga ( $d_s$ ).
- **Sin carga, salida en lastre.** Buque en condiciones de salida sin carga, con la tripulación con la totalidad de provisiones y combustible. En esta situación el calado de mínimo servicio ( $d_l$ ).
- **Carga parcial, salida de puerto.** Buque en condición de carga parcial, con la totalidad tripulación también con la totalidad de provisiones y combustible. La cantidad de carga en esta situación corresponderá con la que cumpla el calado de compartimentado parcial ( $d_p$ );

$$d_p = d_l + 0,6 \cdot (d_s - d_l)$$

Se tienen los siguientes calados:

$d_s$	7,135 m
$d_p$	6,478 m
$d_l$	5,397 m

## 5.2. Índice de compartimentado prescrito (R)

Para buques de carga, este valor viene dado por la siguiente expresión;

$$R = 1 - \frac{128}{L_s + 152} = 0,622$$

Para lo que:

$L_s = 182,173$  m, corresponde con la eslora de compartimentado dada en m. esta puede definirse como la eslora máxima de trazado proyectada del buque, medida a la altura de la cubierta que limita la extensión vertical de la inundación, o por debajo de estas, cuando la flotación del buque coincide con el calado máximo de compartimentado.

## 5.3 Índice de compartimentado obtenido (A)

El índice de compartimentado obtenido, se determina mediante la sumatoria de los índices parciales  $A_s$ ,  $A_p$  y  $A_l$ , calculados para los calados  $d_s$ ,  $d_p$  y  $d_l$ , definidos con anterioridad. Por tanto se tendrá que el índice **A** corresponderá con;

$$A = 0,4 A_s + 0,4 A_p + 0,4 A_l$$

Siendo cada índice parcial una sumatoria de los resultados de todos los casos de avería que se tomarán en consideración utilizando la siguiente fórmula;

$$A = \sum p_i \cdot s_i$$

- $i$ , representa cada uno de los compartimentos o grupo de compartimentos considerados.
- $p_i$ , representa la probabilidad de que sólo se inunde el compartimento o el grupo de compartimentos considerados, sin atender al compartimentado horizontal.
- $s_i$  representa la probabilidad de que el buque conserve la flotabilidad después de que se haya inundado el compartimento o el grupo de compartimentos considerados, teniendo en cuenta los efectos del compartimentado horizontal.

Para buques de carga, se han de cumplir las siguientes condiciones;

$$A_i \geq 0.5 R$$

## 5.4 Compartimentado del buque

El buque se divide por zonas que separa los mamparos estancos indicados en el Cuaderno 4 quedando dividida en las zonas que muestra la tabla.

**Tabla 14 : Distribución de zonas**

	Name	Aft m	Fwd m	Length m	Centre m
1	Zone 1	-3,768	6,600	10,368	1,416
2	Zone 2	6,600	18,600	12,000	12,600
3	Zone 3	18,600	30,600	12,000	24,600
4	Zone 4	30,600	56,850	26,250	43,725
5	Zone 5	56,850	68,850	12,000	62,850
6	Zone 6	68,850	74,850	6,000	71,850
7	Zone 7	74,850	92,850	18,000	83,850
8	Zone 8	92,850	140,850	48,000	116,850
9	Zone 9	140,850	152,100	11,250	146,475
10	Zone 10	152,100	163,350	11,250	157,725
11	Zone 11	163,350	171,600	8,250	167,475
12	Zone 12	171,600	186,600	15,000	179,100

El compartimentado longitudinal queda definido por los mamparos que se muestran en la disposición general.

**Tabla 15 : Distribución de zonas por mamparos**

	Zones	Shell half-beam m	Num. L.Bhds	b 1 m	b 2 m	b 3 m	b 4 m	b 5 m
1	<i>1 adjacent zone</i>							
2	Zone 1, 1	12,600	0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	Zone 2, 1	12,600	1	8,100	n/a	n/a	n/a	n/a
4	Zone 3, 1	12,600	3	2,584	7,000	8,500	n/a	n/a
5	Zone 4, 1	12,600	3	2,750	7,000	8,750	n/a	n/a
6	Zone 5, 1	12,600	1	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Zone 6, 1	12,600	1	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a
8	Zone 7, 1	12,600	2	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
9	Zone 8, 1	12,600	6	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
10	Zone 9, 1	12,600	0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	Zone 10, 1	12,600	2	1,000	2,700	n/a	n/a	n/a
12	Zone 11, 1	12,600	0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
13	Zone 12, 1	12,600	0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
14								
15								
16	<i>2 adjacent zones</i>							
17	Zone 1, 2		1	8,100	n/a	n/a	n/a	n/a
18	Zone 2, 2		4	2,584	7,000	8,100	8,500	n/a
19	Zone 3, 2		5	2,584	2,750	7,000	8,500	8,750
20	Zone 4, 2		4	2,750	7,000	8,750	11,450	n/a
21	Zone 5, 2		1	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a
22	Zone 6, 2		2	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
23	Zone 7, 2		7	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
24	Zone 8, 2		6	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
25	Zone 9, 2		2	1,000	2,700	n/a	n/a	n/a
26	Zone 10, 2		2	1,000	2,700	n/a	n/a	n/a
27	Zone 11, 2		0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
28								
29								
30	<i>3 adjacent zones</i>							
31	Zone 1, 3		4	2,584	7,000	8,100	8,500	n/a
32	Zone 2, 3		6	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
33	Zone 3, 3		6	2,584	2,750	7,000	8,500	8,750
34	Zone 4, 3		4	2,750	7,000	8,750	11,450	n/a
35	Zone 5, 3		2	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
36	Zone 6, 3		7	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
37	Zone 7, 3		7	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
38	Zone 8, 3		8	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
39	Zone 9, 3		2	1,000	2,700	n/a	n/a	n/a
40	Zone 10, 3		2	1,000	2,700	n/a	n/a	n/a
41								
42								
43	<i>4 adjacent zones</i>							
44	Zone 1, 4		6	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
45	Zone 2, 4		7	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
46	Zone 3, 4		6	2,584	2,750	7,000	8,500	8,750
47	Zone 4, 4		5	2,750	7,000	8,750	9,000	11,450
48	Zone 5, 4		7	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
49	Zone 6, 4		7	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
50	Zone 7, 4		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
51	Zone 8, 4		8	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
52	Zone 9, 4		2	1,000	2,700	n/a	n/a	n/a
53								
54								
55	<i>5 adjacent zones</i>							
56	Zone 1, 5		7	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
57	Zone 2, 5		7	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
58	Zone 3, 5		7	2,584	2,750	7,000	8,500	8,750
59	Zone 4, 5		10	2,750	3,256	5,532	6,000	7,000
60	Zone 5, 5		7	3,256	5,532	6,000	7,500	8,000
61	Zone 6, 5		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
62	Zone 7, 5		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
63	Zone 8, 5		8	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
64								

	b 6 m	b 7 m	b 8 m	b 9 m	b10 m	b11 m	b12 m	b13 m	b14 m	b15 m
1										
2	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
8	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
9	9,000	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
10	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
13	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
14										
15										
16										
17	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
18	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
19	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
20	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
21	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
22	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
23	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
24	9,000	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
25	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
26	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
27	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
28										
29										
30										
31	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
32	8,750	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
33	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
34	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
35	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
36	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
37	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
38	7,500	8,000	9,000	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
39	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
40	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
41										
42										
43										
44	8,750	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
45	8,750	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
46	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
47	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
48	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
49	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
50	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
51	7,500	8,000	9,000	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
52	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
53										
54										
55										
56	8,750	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
57	8,750	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
58	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
59	7,500	8,000	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
60	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
61	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
62	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
63	7,500	8,000	9,000	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
64										



	Zones	Shell half-beam m	Num. L.Bhds	b 1 m	b 2 m	b 3 m	b 4 m	b 5 m
65								
66	6 adjacent zones							
67	Zone 1, 6		7	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
68	Zone 2, 6		8	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
69	Zone 3, 6		12	2,584	2,750	3,256	5,532	6,000
70	Zone 4, 6		10	2,750	3,256	5,532	6,000	7,000
71	Zone 5, 6		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
72	Zone 6, 6		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
73	Zone 7, 6		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
74								
75								
76	7 adjacent zones							
77	Zone 1, 7		8	2,584	2,750	7,000	8,100	8,500
78	Zone 2, 7		13	2,584	2,750	3,256	5,532	6,000
79	Zone 3, 7		12	2,584	2,750	3,256	5,532	6,000
80	Zone 4, 7		12	1,000	2,700	2,750	3,256	5,532
81	Zone 5, 7		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
82	Zone 6, 7		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000
83								
84								
85	8 adjacent zones							
86	Zone 1, 8		13	2,584	2,750	3,256	5,532	6,000
87	Zone 2, 8		13	2,584	2,750	3,256	5,532	6,000
88	Zone 3, 8		14	1,000	2,584	2,700	2,750	3,256
89	Zone 4, 8		12	1,000	2,700	2,750	3,256	5,532
90	Zone 5, 8		9	1,000	2,700	3,256	5,532	6,000

	b 6 m	b 7 m	b 8 m	b 9 m	b10 m	b11 m	b12 m	b13 m	b14 m	b15 m
65										
66										
67	8,750	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
68	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
69	7,000	7,500	8,000	8,500	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
70	7,500	8,000	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
71	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
72	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
73	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
74										
75										
76										
77	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
78	7,000	7,500	8,000	8,100	8,500	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a
79	7,000	7,500	8,000	8,500	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
80	6,000	7,000	7,500	8,000	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
81	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
82	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
83										
84										
85										
86	7,000	7,500	8,000	8,100	8,500	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a
87	7,000	7,500	8,000	8,100	8,500	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a
88	5,532	6,000	7,000	7,500	8,000	8,500	8,750	9,000	11,450	n/a
89	6,000	7,000	7,500	8,000	8,750	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a
90	7,500	8,000	9,000	11,450	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

### 5.5 Permeabilidad de los espacios.

La permeabilidad en cada compartimento de carga se define de acuerdo al criterio del SOLAS, *Capítulo II-1, Regla 7-3*

Espacios	Permeabilidad en el calado:		
	$d_s$	$d_p$	$d_l$
Espacios de carga seca	0,70	0,80	0,95
Espacios para contenedores	0,70	0,80	0,95
Espacios de carga rodada	0,90	0,90	0,95
Cargas líquidas	0,70	0,80	0,95

**Tabla 15 : Permeabilidad en espacios**

	Name	Type	Deepest subdivision draft Perm. %	Partial subdivision draft Perm. %	Light service draft Perm. %
1	Maquinaria Aux. pp	Compartment	85	85	85
2	Pique pr lastre	Tank	98	98	98
3	Pique pp	Compartment	98	98	98
4	Cámara de Máquinas	Compartment	85	85	85
5	Maquinaria Aux pr1	Compartment	85	85	85
6	Maquinaria Aux pr2	Compartment	85	85	85
7	Cámara bombas 1	Compartment	85	85	85
8	Cámara bombas 2	Compartment	85	85	85
9	Local propulsores maniobra	Compartment	85	85	85
10	Control de carga	Compartment	95	95	95
11	Pañoles y cadenas	Compartment	85	85	85
12	Puerta Proa	Compartment	85	85	85
13	Doble fondo 1	Compartment	100	100	100
14	Doble fondo 2	Compartment	100	100	100
15	Doble fondo 3	Compartment	100	100	100
16	Bodega superior	Compartment	90	90	95
17	Agua dulce	Tank	70	80	95
18	S.Diario MDF Er	Tank	70	80	95
19	S.Diario MDF Br	Tank	70	80	95
20	Lastre pp1	Tank	70	80	95
21	Lastre pp2	Tank	70	80	95
22	Aceite limpio MM.AA	Tank	70	80	95
23	Aceite sucio MM.AA	Tank	70	80	95
24	Reboses MDF	Tank	70	80	95
25	Reboses MDF	Tank	70	80	95
26	Almacén MDF Er	Tank	70	80	95
27	Almacén MDF Br	Tank	70	80	95
28	Almacén MDF Br1	Tank	70	80	95
29	Almacén MDF Er1	Tank	70	80	95
30	Almacén MDF Br11	Tank	70	80	95
31	Almacén MDF Er11	Tank	70	80	95
32	Lastre pp br	Tank	70	80	95
33	Sedimentación MDF Er	Tank	70	80	95
34	Sedimentación MDF Br	Tank	70	80	95
35	Lastre C1	Tank	70	80	95
36	Lastre C1	Linked Tank	100	100	100
37	Lastre C1	Linked Tank	70	80	95
38	Lastre C1	Linked Tank	100	100	100
39	Lastre C2	Tank	70	80	95
40	Lastre C2	Linked Tank	70	80	95
41	Lastre C3	Tank	70	80	95
42	Lastre C3	Linked Tank	70	80	95
43	Lastre C4	Tank	70	80	95
44	Lastre C4	Linked Tank	70	80	95
45	Lastre C5	Tank	70	80	95
46	Lastre C6	Tank	70	80	95
47	Lastre C6	Linked Tank	70	80	95
48	Sedimentación Sentinas	Tank	70	80	95
49	Lastre pp er	Tank	70	80	95
50	Agua técnica	Tank	70	80	95
51	Agua almacén calderas	Tank	70	80	95
52	Lodos	Tank	70	80	95
53	Sentinas bodega	Tank	70	80	95
54	Sentinas bodega	Tank	70	80	95
55	Almacen MDF	Tank	70	80	95
56	Aceite sucio	Tank	70	80	95
57	Almacén aceite	Tank	70	80	95
58	Aceite SD1	Tank	70	80	95
59	Aceite SD2	Tank	70	80	95
60	Aceite SD3	Tank	70	80	95
61	Aceite SD4	Tank	70	80	95
62	Antiescora Er	Tank	70	80	95
63	Antiescora Br	Tank	70	80	95

	Name	Type	Deepest subdivision draft Perm. %	Partial subdivision draft Perm. %	Light service draft Perm. %
64	Bodega	Compartment	90	90	95
65	Bodega	Linked Compart.	90	90	95
66	Vacio 1	Compartment	95	95	95
67	Vacio 2	Compartment	95	95	95
68	Vacio 3	Compartment	95	95	95
69	Vacio 4	Compartment	95	95	95
70	Vacio 5	Compartment	95	95	95
71	Vacio 6	Compartment	95	95	95
72	Vacio 7	Compartment	95	95	95
73	Vacio 8	Compartment	95	95	95
74	Vacio 9	Compartment	95	95	95
75	Vacio 10	Compartment	95	95	95
76	A.Grises	Tank	70	80	95
77	A.Negras	Tank	70	80	95
78	A.Oleosas	Tank	70	80	95

## 5.6 Cálculos con Maxsurf

La estabilidad en averías se realizará mediante el software *Maxsurf Stability* al que le introducen los siguientes datos de la tabla 16.

Las zonas y su probabilidad de inundación en avería resultante se muestran en la figura 7. Las salidas de software se encontrarán el Anexo I

Se observa que la zona más afectada por extensión de avería de 50 m a proa de la de la sección media afectando a 12 zonas adyacentes. En la zona de popa se producirían menor extensión de avería que en proa. Próximo a la bodega también sufre una extensión de avería de 50 m que afeta a zonas adyacentes por una banda y por otra.

Las zonas de mayor extensión de avería se encuentran en le cuerpo central del buque siendo el punto crítico la sección media en la que una avería produce una extensión de avería de 11 y 12 zona adyacentes a 165 m de la posición longitudinal.

### Figura 7 : Permeabilidad probabilística



Tabla 16 : Datos de entrada en software

	Item	Value	Units
1	<i>Probabilistic damage</i>		
2	Resolution -- MSC.216(82) or MSC.19(58)	MSC.216(82)	
3	Do automatic combinations of vertical damage ?	Yes	
4			
5	<i>Loadcases</i>		
6	Deepest subdivision draft (summer loadline) Loadcase	TS	draft: 7,135
7	Partial subdivision draft Loadcase	Tp	draft: 6,478
8	Light service draft Loadcase	Tl	draft: 5,397
9			
10	<i>Vessel parameters</i>		
11	Type -- Cargo or Passenger	Cargo	
12	Subdivision length L_s	190,368	m
13	Aft terminal of L_s	-3,768	m
14	Fwd terminal of L_s	186,600	m
15	Mid L_s	91,416	m
16	max. moulded breadth at or below deepest subdivision dr	25,200	m
17	max. number of adjacent zones to consider	4	
18	min. probability (p.r.v) of damage to consider	0,000100	
19	max. trim angle to consider	40,0	deg
20	Limit longitudinal extent of damage? (L_max=60,000; J_m	Limit	
21	Limit vertical extent of damage?	Limit	
22	max. vertical extent of damage	19,635	m
23	Damaged side -- Starboard or Port	Starboard	
24	Zone 1 located at bow or stern?	Stern	
25			
26	<i>MSC.216(82) -- Required subdivision index</i>		
27	Cargo ships over 80m: R (formula depends on length)	0,62613	
28	Reduction factor for R	1,000	
29	Required subdivision index (applying reduction factor)	0,62613	
30	Factor of R for required subdivision index for each loadca	0,900	
31	Required subdivision index for each loadcase	0,56352	
32			
33	<i>Constants</i>		
34	J_max -- MSC.216(82) formulation	0,30303	
35	J_kn	0,15152	
36	p_k	0,91667	
37	L_max	60,000	m
38	L_star	260,000	m
39			
40	<i>Vessel specific calcs (zone independent)</i>		
41	J_m_star	0,30303	
42	J_k_star	0,15152	
43	J_m	0,30303	
44	J_k	0,15152	
45	<i>Probability distribution coefficients</i>		
46	b_0	11,00000	
47	b_11	-65,34000	
48	b_12	11,00000	
49	b_21	-7,26000	
50	b_22	2,20000	

## 6. Bibliografía

- (OMI), I. M. (2009). *MSC 85/26/Add.1, "REPORT OF THE MARITIME SAFETY COMMITTEE ON ITS"*.
- Alvariño, R., Azpiroz, J., & Meizoso, M. (2007). *El proyecto básico del buque mercante*. (2ª ed.). Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- Bentley. (2014). Maxsurf Enterprise V8 i (Maxsurf Stability).
- Mercante, M. d. (1974). Enmendados por la resolución MSC 240.83 y anteriores). *Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, SOLAS (2009)*.
- OMI. (1993). *Resolución A.749. "Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regios por los instrumentos de la OMI"*.

# ANEXO I:

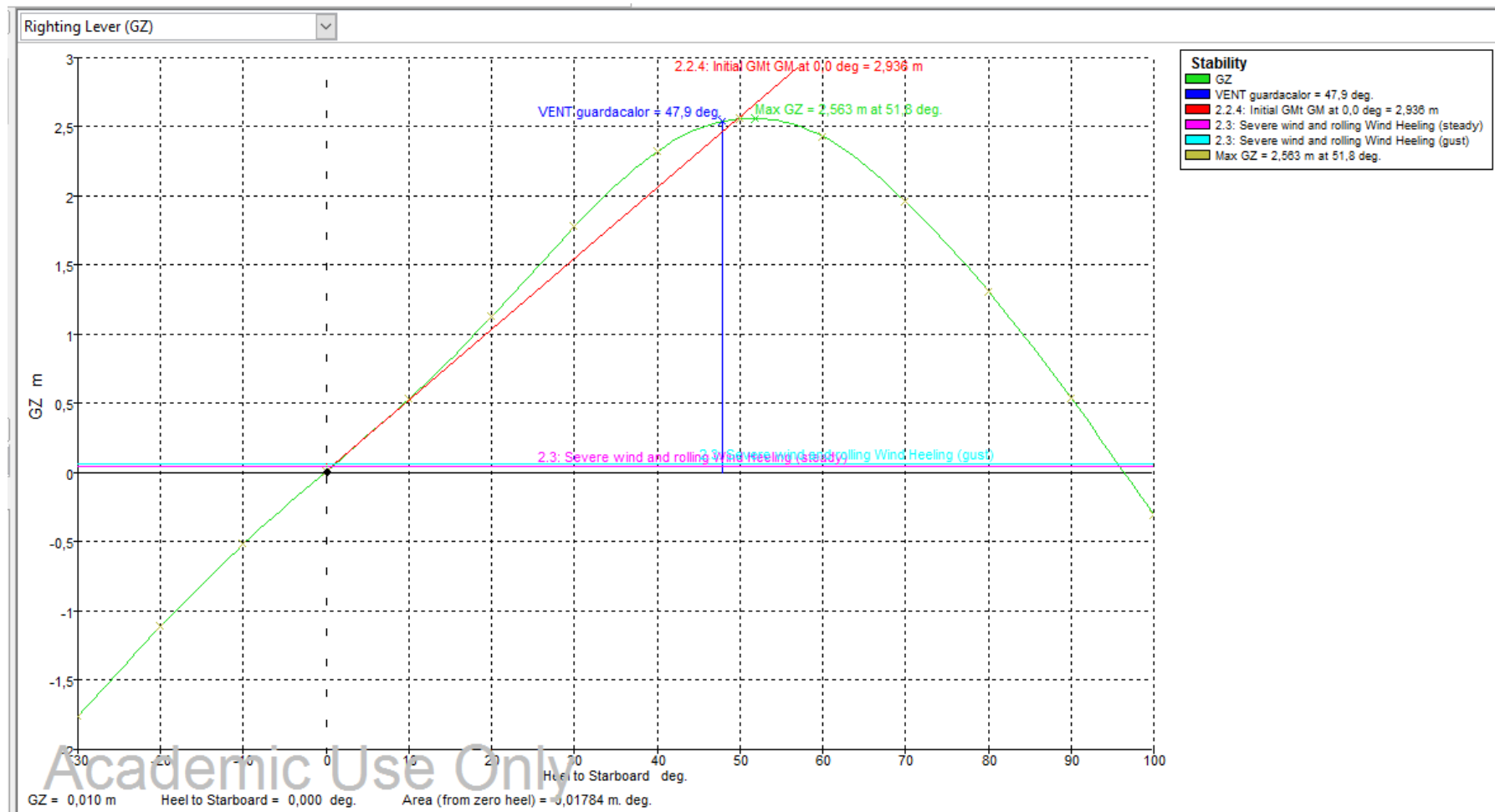
Salidas e informes de Maxsurf



## 1. Resultados de la Condición de Carga 1

### HIDROSTÁTICAS y curva de GZ's

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
1	GZ m	-1,760	-1,110	-0,515	0,010	0,534	1,129	1,777	2,322	2,558	2,430	1,959	1,313	0,540	-0,298
2	Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,4343	0,1842	0,0434	0,0003	0,0469	0,1908	0,4444	0,8053	1,2364	1,6771	2,0639	2,3515	2,5147	2,5363
3	Displacement t	24973	24973	24973	24973	24973	24973	24973	24973	24972	24973	24974	24971	24972	24973
4	Draft at FP m	2,984	3,565	3,910	4,020	3,910	3,566	2,984	2,025	0,109	-3,674	-11,398	-34,425	n/a	-55,845
5	Draft at AP m	10,328	10,366	10,296	10,268	10,296	10,366	10,329	9,944	9,324	8,639	7,628	5,521	n/a	-14,018
6	WL Length m	189,546	189,649	189,676	189,684	189,676	189,649	189,546	188,985	185,760	184,506	186,082	186,910	187,944	188,578
7	Beam max extents on WL m	28,408	26,814	25,589	25,200	25,589	26,814	28,408	27,694	24,143	21,355	19,681	18,780	18,494	18,780
8	Wetted Area m²	6076,17	6082,85	6070,35	6067,16	6070,35	6082,90	6076,15	6079,27	6116,61	6103,15	6076,75	5953,06	5820,88	5834,75
9	Waterpl. Area m²	4421,66	4373,28	4264,33	4216,98	4264,34	4373,31	4421,65	4310,98	4039,61	3642,28	3326,34	3239,86	3030,60	3027,90
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,698	0,681	0,675	0,673	0,675	0,681	0,698	0,720	0,735	0,749	0,761	0,768	0,775	0,783
11	Block coeff. (Cb)	0,395	0,457	0,530	0,535	0,530	0,457	0,395	0,389	0,446	0,520	0,561	0,583	0,597	0,532
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	68,687	68,696	68,706	68,709	68,706	68,698	68,685	68,688	68,686	68,653	68,618	68,595	68,577	68,571
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	76,385	74,577	74,462	74,583	74,462	74,578	76,384	80,139	84,898	85,783	84,688	81,546	83,078	82,361
14	Max deck inclination deg	30,0620	20,0992	10,1969	1,9915	10,1969	20,0992	30,0621	40,0389	50,0261	60,0194	70,0137	80,0075	90,0000	99,9918
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2,3403	2,1674	2,0353	1,9915	2,0353	2,1672	2,3405	2,5233	2,9355	3,9198	6,0439	12,5326	90,0000	13,1027



HIDROSTÁTICAS de equilibrio

1	Draft Amidships m	7,143
2	Displacement t	24973
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	4,017
5	Draft at AP m	10,270
6	Draft at LCF m	7,675
7	Trim (+ve by stern) m	6,254
8	WL Length m	189,684
9	Beam max extents on WL m	25,200
10	Wetted Area m <sup>2</sup>	6066,930
11	Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4216,787
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,673
13	Block coeff. (Cb)	0,534
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,984
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,931
16	LCB from zero pt. (+ve fwd)	68,697
17	LCF from zero pt. (+ve fwd)	74,579
18	KB m	4,668
19	KG fluid m	10,087
20	BMT m	8,357
21	BML m	428,021
22	GMt corrected m	2,935
23	GML m	422,599
24	KMt m	13,021
25	KML m	432,430
26	Immersion (TPc) tonne/cm	43,222
27	MTc tonne.m	587,295
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	1279,312
29	Max deck inclination deg	1,9931
30	Trim angle (+ve by stern) deg	1,9931

## 1.1 Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 1

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	267(85) C	2.3: IMO roll back angle					
2		L, Stability calculated	189,684	m			
3		B, Stability calculated	25,201	m			
4		d, Stability calculated	7,144	m			
5		GMf, Stability calculated	2,936	m			
6		VCG, Stability calculated	10,087	m			
7		CB, Stability calculated	0,535				
8		Ak, keel area, user spec.	0,000	m^2			
9		Method for k factor	Tabulated valu				
10		Evaluates to	20,1	deg			
11		Intermediate values					
12		B / d			3,528		
13		100 Ak / L / B			0		
14		C		IMO units	0,373		
15		T		s	10,959		
16		OG, Centre of gravity above WL		m	2,943		
17		X1		IMO units	0,8		
18		X2		IMO units	0,868		
19		k tabulated		IMO units	1		
20		r		IMO units	0,977		
21		s		IMO units	0,072		
22							
23	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
24		from the greater of					
25		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
26		to the lesser of					
27		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
28		angle of vanishing stability	96,5	deg			
29		shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	0,4444	Pass	+708,06
30							
31	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
32		from the greater of					
33		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
34		to the lesser of					
35		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
36		first downflooding angle	47,9	deg			
37		angle of vanishing stability	96,5	deo			

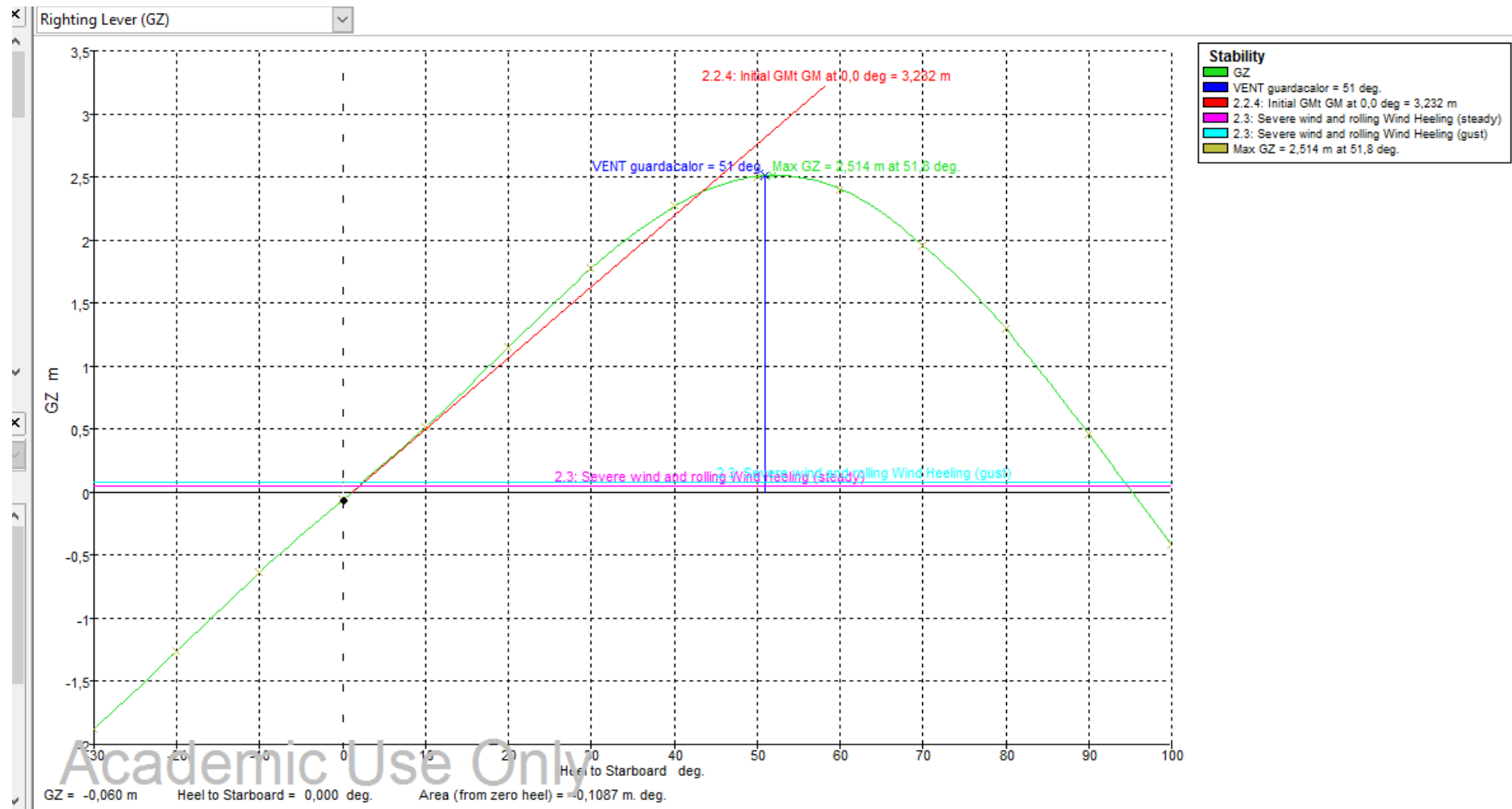
ANEXO I: Salidas e informes de Maxsurf  
Noelia López Puentenueva

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
38		shall not be less than ( $\geq$ )	0,0900	m.rad	0,8053	Pass	+794,82
39							
40	267(85) C	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
41		in the range from the greater of					
42		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
43		to the lesser of					
44		spec. heel angle	90,0	deg			
45		angle of max. GZ	51,8	deg	51,8		
46		shall not be less than ( $\geq$ )	0,200	m	2,563	Pass	+1181,50
47		Intermediate values					
48		angle at which this GZ occurs		deg	51,8		
49							
50	267(85) C	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
51		shall not be less than ( $\geq$ )	25,0	deg	51,8	Pass	+107,27
52							
53	267(85) C	2.2.4: Initial GMt				Pass	
54		spec. heel angle	0,0	deg			
55		shall not be less than ( $\geq$ )	0,150	m	2,936	Pass	+1857,33
56							
57	267(85) C	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
58		from the greater of					
59		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
60		to the lesser of					
61		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
62		first downflooding angle	47,9	deg			
63		angle of vanishing stability	96,5	deg			
64		shall not be less than ( $\geq$ )	0,0300	m.rad	0,3609	Pass	+1102,98
65							
66	267(85) C	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
67		Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
68		constant: a =	0,99966				
69		wind pressure: P =	504,0	Pa			
70		area centroid height (from zero point): h =	11,230	m			
71		total area: A =	2828,980	m <sup>2</sup>			
72		H = vert. centre of projected lat. u'water area	3,631	m			
73		cosine power: n =	0				
74		gust ratio	1,5				
75		Area2 integrated to the lesser of					
76		2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	20,1 (-19,5)	deg	-19,5		
77		roll back to equilibrium (ignoring heel arm)	-0,2	deg			
78		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
79		spec. heel angle	50,0	deg			
80		first downflooding angle	47,9	deg	47,9		
81		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	95,7	deg			
82		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
83		angle of max. GZ	51,8	deg	51,8		
84		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImm				
85		Criteria:				Pass	
86		Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	0,7	Pass	+95,79
87		Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	552,15	Pass	+452,15
88		Intermediate values					
89		Heel arm amplitude		m	0,044		
90		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	1,1		
91		Area1 (under GZ), from 1,1 to 47,9 deg.		m.rad	1,1408		
92		Area1 (under HA), from 1,1 to 47,9 deg.		m.rad	0,0541		
93		Area1, from 1,1 to 47,9 deg.		m.rad	1,0867		
94		Area2 (under GZ), from -19,5 to 1,1 deg.		m.rad	-0,1730		
95		Area2 (under HA), from -19,5 to 1,1 deg.		m.rad	0,0238		
96		Area2, from -19,5 to 1,1 deg.		m.rad	0,1968		
97							

## 2. Resultados de la Condición de Carga 2

### HIDROSTÁTICAS y curva de GZ's

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
1	GZ m	-1,877	-1,261	-0,635	-0,060	0,517	1,149	1,773	2,265	2,505	2,403	1,958	1,295	0,461	-0,412
2	Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,4993	0,2252	0,0601	-0,0019	0,0393	0,1841	0,4401	0,7953	1,2160	1,6496	2,0343	2,3210	2,4758	2,4800
3	Displacement t	22868	22868	22868	22868	22868	22868	22868	22868	22869	22868	22866	22866	22868	22868
4	Draft at FP m	3,042	3,585	3,925	4,039	3,926	3,585	3,041	2,138	0,332	-3,337	-10,949	-33,576	n/a	-54,815
5	Draft at AP m	9,333	9,490	9,448	9,420	9,448	9,489	9,333	8,719	7,626	6,176	3,924	-2,059	n/a	-22,130
6	WL Length m	189,550	189,623	189,650	189,658	189,650	189,623	189,549	189,070	186,643	184,743	186,159	186,986	188,056	188,593
7	Beam max extents on WL m	27,867	26,810	25,589	25,200	25,589	26,810	27,867	26,490	24,143	21,355	19,681	18,780	18,494	18,780
8	Wetted Area m²	5861,10	5898,81	5898,54	5895,51	5898,55	5898,88	5861,05	5832,73	5874,17	5860,34	5747,81	5570,00	5569,15	5582,35
9	Waterpl. Area m²	4291,53	4306,40	4245,68	4202,45	4245,70	4306,43	4291,52	4226,32	4037,55	3658,80	3439,81	3122,66	3023,29	3019,02
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,696	0,672	0,664	0,662	0,664	0,672	0,696	0,725	0,742	0,757	0,768	0,775	0,787	0,800
11	Block coeff. (Cb)	0,386	0,440	0,527	0,533	0,527	0,440	0,386	0,391	0,431	0,507	0,577	0,601	0,624	0,547
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	70,403	70,405	70,416	70,420	70,417	70,409	70,400	70,411	70,413	70,390	70,370	70,345	70,327	70,327
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	77,530	75,049	74,262	74,354	74,263	75,050	77,528	80,254	84,848	85,781	82,652	83,848	83,206	82,452
14	Max deck inclination deg	30,0455	20,0749	10,1476	1,7154	10,1476	20,0748	30,0456	40,0268	50,0164	60,0116	70,0084	80,0047	90,0000	99,9950
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2,0050	1,8821	1,7603	1,7154	1,7602	1,8817	2,0054	2,0974	2,3243	3,0304	4,7314	9,9477	90,0000	10,3087





### HIDROSTÁTICAS de equilibrio

1	Draft Amidships m	6,729
2	Displacement t	22868
3	Heel deg	0,9
4	Draft at FP m	4,038
5	Draft at AP m	9,421
6	Draft at LCF m	7,194
7	Trim (+ve by stern) m	5,383
8	WL Length m	189,658
9	Beam max extents on WL m	25,203
10	Wetted Area m <sup>2</sup>	5895,530
11	Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4202,833
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,662
13	Block coeff. (Cb)	0,532
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,967
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,928
16	LCB from zero pt. (+ve fwd)	70,421
17	LCF from zero pt. (+ve fwd)	74,352
18	KB m	4,342
19	KG fluid m	10,171
20	BMt m	9,067
21	BML m	464,459
22	GMt corrected m	3,235
23	GML m	458,626
24	KMt m	13,404
25	KML m	468,533
26	Immersion (TPc) tonne/cm	43,079
27	MTc tonne.m	583,625
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	1290,908
29	Max deck inclination deg	1,9440
30	Trim angle (+ve by stern) deg	1,7157



## 2.1. Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 2

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	267(85) C	2.3: IMO roll back angle					
2		L, Stability calculated	189,658	m			
3		B, Stability calculated	25,201	m			
4		d, Stability calculated	6,730	m			
5		GMf, Stability calculated	3,232	m			
6		VCG, Stability calculated	10,171	m			
7		CB, Stability calculated	0,533				
8		Ak, keel area, user spec.	0,000	m^2			
9		Method for k factor	Tabulated valu				
10		Evaluates to	21,0	deg			
11		Intermediate values					
12		B / d			3,745		
13		100 Ak / L / B			0		
14		C		IMO units	0,378		
15		T		s	10,586		
16		OG, Centre of gravity above WL		m	3,442		
17		X1		IMO units	0,8		
18		X2		IMO units	0,866		
19		k tabulated		IMO units	1		
20		r		IMO units	1,037		
21		s		IMO units	0,075		
22							
23	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
24		from the greater of					
25		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
26		to the lesser of					
27		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
28		angle of vanishing stability	95,3	deg			
29		shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	0,4401	Pass	+700,10
30							
31	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
32		from the greater of					
33		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
34		to the lesser of					
35		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
36		first downflooding angle	51,0	deg			
37		angle of vanishing stability	95,3	deg			

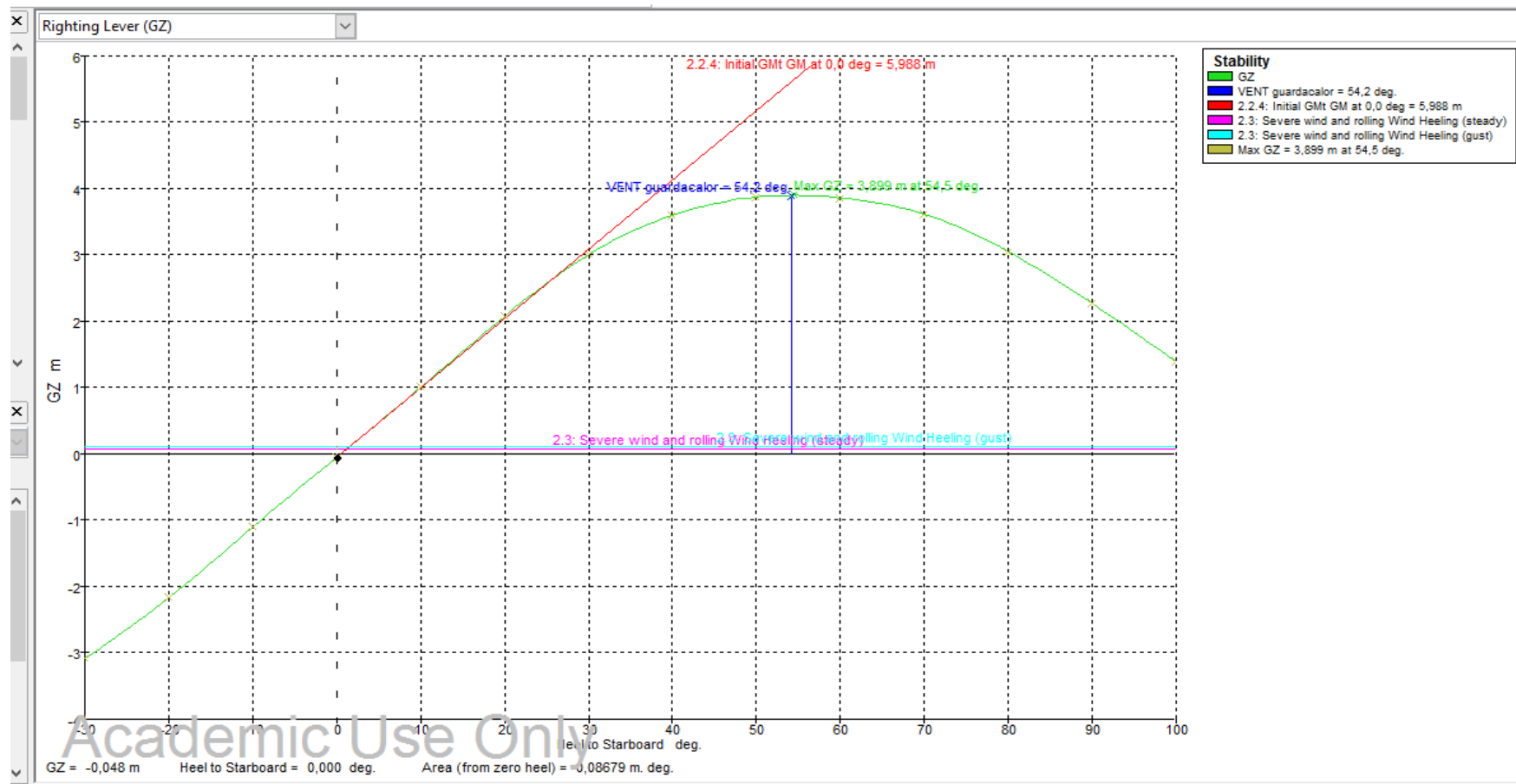
ANEXO I: Salidas e informes de Maxsurf  
Noelia López Puentenueva

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
38		shall not be less than ( $\geq$ )	0,0900	m.rad	0,7953	Pass	+783,66
39							
40	267(85) C	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
41		in the range from the greater of					
42		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
43		to the lesser of					
44		spec. heel angle	90,0	deg			
45		angle of max. GZ	51,8	deg	51,8		
46		shall not be less than ( $\geq$ )	0,200	m	2,514	Pass	+1157,00
47		Intermediate values					
48		angle at which this GZ occurs		deg	51,8		
49							
50	267(85) C	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
51		shall not be less than ( $\geq$ )	25,0	deg	51,8	Pass	+107,27
52							
53	267(85) C	2.2.4: Initial GMt				Pass	
54		spec. heel angle	0,0	deg			
55		shall not be less than ( $\geq$ )	0,150	m	3,232	Pass	+2054,67
56							
57	267(85) C	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
58		from the greater of					
59		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
60		to the lesser of					
61		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
62		first downflooding angle	51,0	deg			
63		angle of vanishing stability	95,3	deg			
64		shall not be less than ( $\geq$ )	0,0300	m.rad	0,3552	Pass	+1084,11
65							
66	267(85) C	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
67		Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
68		constant: a =	0,99966				
69		wind pressure: P =	504,0	Pa			
70		area centroid height (from zero point): h =	11,230	m			
71		total area: A =	2828,980	m <sup>2</sup>			
72		H = vert. centre of projected lat. u'water area	3,414	m			
73		cosine power: n =	0				
74		gust ratio	1,5				
75		Area2 integrated to the lesser of					
76		2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	21,0 (-19,1)	deg	-19,1		
77		roll back to equilibrium (ignoring heel arm)	1,1	deg			
78		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
79		spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
80		first downflooding angle	51,0	deg			
81		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	94,4	deg			
82		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
83		angle of max. GZ	51,8	deg	51,8		
84		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgelm				
85		Criteria:				Pass	
86		Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	1,9	Pass	+87,86
87		Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	494,16	Pass	+394,16
88		Intermediate values					
89		Heel arm amplitude		m	0,050		
90		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2,4		
91		Area1 (under GZ), from 2,4 to 50,0 deg.		m.rad	1,2156		
92		Area1 (under HA), from 2,4 to 50,0 deg.		m.rad	0,0619		
93		Area1, from 2,4 to 50,0 deg.		m.rad	1,1537		
94		Area2 (under GZ), from -19,1 to 2,4 deg.		m.rad	-0,2055		
95		Area2 (under HA), from -19,1 to 2,4 deg.		m.rad	0,0279		
96		Area2, from -19,1 to 2,4 deg.		m.rad	0,2335		

### 3. Resultados de la Condición de Carga 3

#### HIDROSTÁTICAS y curva de GZ's

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
1	GZ m	-3,091	-2,171	-1,101	-0,048	1,007	2,081	3,009	3,595	3,874	3,861	3,616	3,048	2,269	1,391
2	Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,8474	0,3864	0,0997	-0,0015	0,0832	0,3533	0,8014	1,3826	2,0387	2,7173	3,3738	3,9595	4,4256	4,7457
3	Displacement t	18326	18326	18326	18326	18326	18326	18326	18326	18326	18328	18326	18326	18326	18326
4	Draft at FP m	0,316	0,953	1,338	1,467	1,339	0,954	0,316	-0,840	-3,143	-7,810	-18,049	-48,549	n/a	-70,864
5	Draft at AP m	9,153	9,383	9,362	9,337	9,362	9,383	9,153	8,422	7,152	5,354	2,746	-4,772	n/a	-24,619
6	WL Length m	186,314	187,737	188,329	188,485	188,329	187,739	186,316	176,260	173,065	178,354	182,564	183,892	185,661	186,928
7	Beam max extents on WL m	26,558	26,704	25,588	25,200	25,588	26,704	26,557	24,778	24,129	21,355	19,681	18,780	18,494	18,780
8	Wetted Area m²	5194,42	5284,67	5296,71	5294,35	5296,74	5284,73	5194,49	5079,54	5078,97	5107,59	5023,69	4924,62	4934,55	4952,48
9	Waterpl. Area m²	3876,13	4003,67	3992,41	3958,96	3992,44	4003,72	3876,18	3699,50	3532,77	3393,20	3249,65	2986,29	2895,23	2888,57
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,639	0,615	0,606	0,604	0,606	0,615	0,639	0,665	0,679	0,692	0,701	0,709	0,719	0,727
11	Block coeff. (Cb)	0,353	0,388	0,431	0,435	0,431	0,388	0,353	0,363	0,376	0,446	0,475	0,498	0,516	0,450
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	62,391	62,397	62,413	62,419	62,414	62,400	62,394	62,373	62,366	62,355	62,310	62,257	62,222	62,192
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	72,687	70,555	69,829	69,947	69,830	70,557	72,689	73,598	75,992	78,436	79,313	80,821	80,182	79,484
14	Max deck inclination deg	30,0898	20,1522	10,3090	2,5078	10,3090	20,1521	30,0897	40,0531	50,0326	60,0222	70,0163	80,0090	90,0000	99,9899
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2,8156	2,6860	2,5567	2,5078	2,5565	2,6856	2,8152	2,9506	3,2788	4,1900	6,6010	13,6911	90,0000	14,4318



HIDROSTÁTICAS de equilibrio

1	Draft Amidships m	5,402
2	Displacement t	18326
3	Heel deg	0,4
4	Draft at FP m	1,468
5	Draft at AP m	9,337
6	Draft at LCF m	6,274
7	Trim (+ve by stern) m	7,868
8	WL Length m	188,487
9	Beam max extents on WL m	25,201
10	Wetted Area m <sup>2</sup>	5294,497
11	Waterpl. Area m <sup>2</sup>	3959,173
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,604
13	Block coeff. (Cb)	0,435
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,936
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,874
16	LCB from zero pt. (+ve fwd)	62,425
17	LCF from zero pt. (+ve fwd)	69,949
18	KB m	4,025
19	KG fluid m	8,441
20	BMT m	10,409
21	BML m	503,000
22	GMt corrected m	5,989
23	GML m	498,580
24	KMt m	14,424
25	KML m	506,530
26	Immersion (TPc) tonne/cm	40,582
27	MTc tonne.m	508,457
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	1915,618
29	Max deck inclination deg	2,5431
30	Trim angle (+ve by stern) deg	2,5071

### 3.1. Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 3

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	267(85) C	2.3: IMO roll back angle					
2		L, Stability calculated	188,485	m			
3		B, Stability calculated	25,201	m			
4		d, Stability calculated	5,402	m			
5		GMf, Stability calculated	5,988	m			
6		VCG, Stability calculated	8,441	m			
7		CB, Stability calculated	0,435				
8		Ak, keel area, user spec.	0,000	m^2			
9		Method for k factor	Tabulated valu				
10		Evaluates to	20,4	deg			
11		Intermediate values					
12		B / d			4,665		
13		100 Ak / L / B			0		
14		C		IMO units	0,399		
15		T		s	8,223		
16		OG, Centre of gravity above WL		m	3,039		
17		X1		IMO units	0,8		
18		X2		IMO units	0,75		
19		k tabulated		IMO units	1		
20		r		IMO units	1,067		
21		s		IMO units	0,091		
22							
23	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
24		from the greater of					
25		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
26		to the lesser of					
27		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
28		angle of vanishing stability	100,0	deg			
29		shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	0,8014	Pass	+1357,08
30							
31	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
32		from the greater of					
33		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
34		to the lesser of					
35		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
36		first downflooding angle	54,2	deg			
37		angle of vanishing stability	100,0	deg			



ANEXO I: Salidas e informes de Maxsurf  
Noelia López Puentenueva

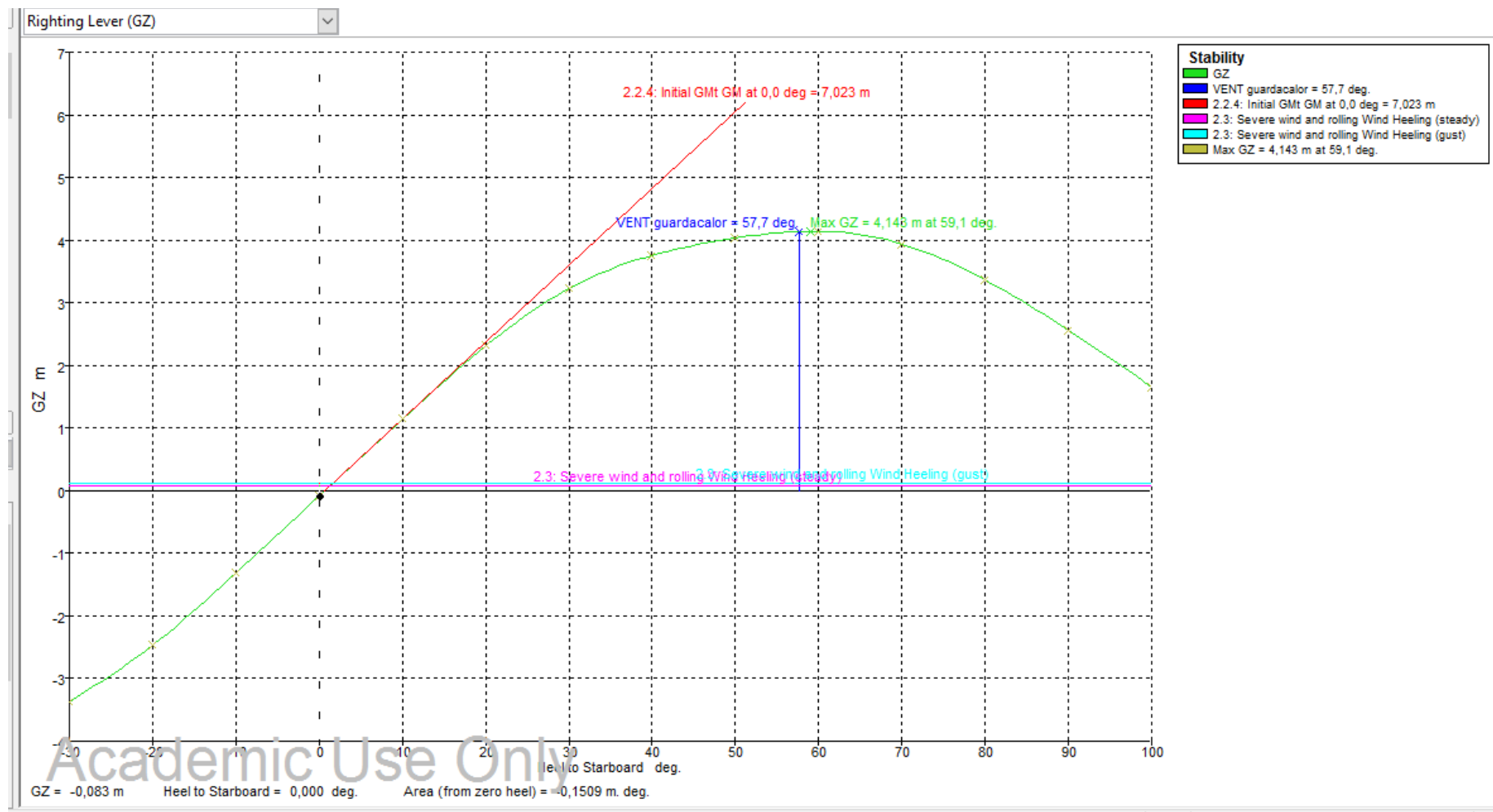
38		shall not be less than ( $\geq$ )	0,0900	m.rad	1,3826	Pass	+1436,22
39							
40	267(85) C	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
41		<i>in the range from the greater of</i>					
42		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
43		<i>to the lesser of</i>					
44		spec. heel angle	90,0	deg			
45		angle of max. GZ	54,5	deg	54,5		
46		shall not be less than ( $\geq$ )	0,200	m	3,899	Pass	+1849,50
47		<i>Intermediate values</i>					
48		angle at which this GZ occurs		deg	54,5		
49							
50	267(85) C	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
51		shall not be less than ( $\geq$ )	25,0	deg	54,5	Pass	+118,18
52							
53	267(85) C	2.2.4: Initial GMt				Pass	
54		spec. heel angle	0,0	deg			
55		shall not be less than ( $\geq$ )	0,150	m	5,988	Pass	+3892,00
56							
57	267(85) C	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
58		<i>from the greater of</i>					
59		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
60		<i>to the lesser of</i>					
61		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
62		first downflooding angle	54,2	deg			
63		angle of vanishing stability	100,0	deg			
64		shall not be less than ( $\geq$ )	0,0300	m.rad	0,5812	Pass	+1837,30
65							
66	267(85) C	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
67		Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
68		constant: $a =$	0,99966				
69		wind pressure: $P =$	504,0	Pa			
70		area centroid height (from zero point): $h =$	11,230	m			
71		total area: $A =$	2828,980	m <sup>2</sup>			
72		$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	2,718	m			
73		cosine power: $n =$	0				
74		gust ratio	1,5				
75		<i>Area2 integrated to the lesser of</i>					
76		2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	20,4 (-19,3)	deg	-19,3		
77		roll back to equilibrium (ignoring heel arm)	0,5	deg			
78		<i>Area 1 upper integration range, to the lesser of:</i>					
79		spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
80		first downflooding angle	54,2	deg			
81		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	100,0	deg			
82		<i>Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:</i>					
83		angle of max. GZ	54,5	deg	54,5		
84		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImm				
85		Criteria:				Pass	
86		Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	1,1	Pass	+93,09
87		Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	491,30	Pass	+391,30
88		<i>Intermediate values</i>					
89		Heel arm amplitude		m	0,068		
90		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	1,4		
91		Area1 (under GZ), from 1,4 to 50,0 deg.		m.rad	2,0380		
92		Area1 (under HA), from 1,4 to 50,0 deg.		m.rad	0,0858		
93		Area1, from 1,4 to 50,0 deg.		m.rad	1,9522		
94		Area2 (under GZ), from -19,3 to 1,4 deg.		m.rad	-0,3607		
95		Area2 (under HA), from -19,3 to 1,4 deg.		m.rad	0,0367		
96		Area2, from -19,3 to 1,4 deg.		m.rad	0,3974		
97							

## 4. Resultados de la Condición de Carga 4

### HIDROSTÁTICAS y curva de GZ's

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
1	GZ m	-3,371	-2,469	-1,310	-0,083	1,146	2,313	3,227	3,752	4,033	4,143	3,940	3,359	2,564	1,654
2	Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,9666	0,4542	0,1216	-0,0026	0,0929	0,3969	0,8855	1,4995	2,1813	2,8980	3,6088	4,2502	4,7693	5,1383
3	Displacement t	16470	16470	16470	16470	16470	16470	16470	16470	16470	16472	16471	16470	16470	16470
4	Draft at FP m	0,772	1,332	1,668	1,795	1,668	1,333	0,771	-0,308	-2,415	-6,849	-16,561	-45,329	n/a	-67,666
5	Draft at AP m	7,901	8,322	8,395	8,378	8,395	8,321	7,902	6,934	5,227	2,757	-1,475	-13,792	n/a	-33,683
6	WL Length m	187,392	188,286	188,700	188,835	188,700	188,287	187,389	181,154	174,584	180,418	183,364	184,692	186,290	187,318
7	Beam max extents on WL m	25,410	26,554	25,588	25,200	25,588	26,554	25,410	23,419	23,077	21,355	19,681	18,780	18,494	18,780
8	Wetted Area m²	4988,49	5093,56	5165,63	5166,20	5165,66	5093,59	4988,40	4882,81	4870,79	4848,16	4712,25	4714,24	4723,55	4738,25
9	Waterpl. Area m²	3734,73	3895,92	3979,65	3965,40	3979,67	3895,94	3734,66	3590,23	3533,21	3502,77	3185,39	2996,67	2904,38	2893,64
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,643	0,612	0,596	0,592	0,596	0,612	0,643	0,671	0,692	0,702	0,714	0,730	0,745	0,758
11	Block coeff. (Cb)	0,350	0,371	0,430	0,435	0,430	0,371	0,350	0,365	0,376	0,430	0,500	0,531	0,555	0,472
12	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	65,562	65,553	65,566	65,572	65,568	65,557	65,557	65,560	65,564	65,542	65,505	65,478	65,440	65,410
13	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	75,116	72,690	70,350	70,201	70,350	72,692	75,111	76,042	76,613	78,416	81,960	81,394	80,729	79,937
14	Max deck inclination deg	30,0585	20,1048	10,2182	2,0978	10,2182	20,1048	30,0585	40,0325	50,0179	60,0118	70,0086	80,0047	90,0000	99,9946
15	Trim angle (+ve by stern) deg	2,2717	2,2275	2,1439	2,0978	2,1438	2,2271	2,2724	2,3077	2,4351	3,0600	4,7990	9,9538	90,0000	10,7085





HIDROSTÁTICAS de equilibrio

1	Draft Amidships m	5,086
2	Displacement t	16470
3	Heel deg	0,7
4	Draft at FP m	1,796
5	Draft at AP m	8,377
6	Draft at LCF m	5,806
7	Trim (+ve by stern) m	6,581
8	WL Length m	188,835
9	Beam max extents on WL m	25,202
10	Wetted Area m <sup>2</sup>	5166,312
11	Waterpl. Area m <sup>2</sup>	3965,711
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,592
13	Block coeff. (Cb)	0,434
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,964
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,876
16	LCB from zero pt. (+ve fwd)	65,578
17	LCF from zero pt. (+ve fwd)	70,202
18	KB m	3,637
19	KG fluid m	8,157
20	BMT m	11,548
21	BML m	565,473
22	GMT corrected m	7,025
23	GML m	560,951
24	KMT m	15,177
25	KML m	568,688
26	Immersion (TPc) tonne/cm	40,649
27	MTc tonne.m	514,131
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	2019,383
29	Max deck inclination deg	2,2155
30	Trim angle (+ve by stern) deg	2,0974

#### 4.1. Verificación criterios de diseño de Condición de Carga 4

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	267(85) C	2.3: IMO roll back angle					
2		L, Stability calculated	188,835	m			
3		B, Stability calculated	25,201	m			
4		d, Stability calculated	5,086	m			
5		GMf, Stability calculated	7,023	m			
6		VCG, Stability calculated	8,157	m			
7		CB, Stability calculated	0,435				
8		Ak, keel area, user spec.	0,000	m^2			
9		Method for k factor	Tabulated valu				
10		Evaluates to	21,0	deg			
11		Intermediate values					
12		B / d			4,955		
13		100 Ak / L / B			0		
14		C		IMO units	0,406		
15		T		s	7,717		
16		OG, Centre of gravity above WL		m	3,070		
17		X1		IMO units	0,8		
18		X2		IMO units	0,75		
19		k tabulated		IMO units	1		
20		r		IMO units	1,092		
21		s		IMO units	0,094		
22							
23	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
24		from the greater of					
25		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
26		to the lesser of					
27		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
28		angle of vanishing stability	100,0	deg			
29		shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	0,8855	Pass	+1510,03
30							
31	267(85) C	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
32		from the greater of					
33		spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
34		to the lesser of					
35		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
36		first downflooding angle	57,7	deg			

ANEXO I: Salidas e informes de Maxsurf  
Noelia López Puentenueva

37		angle of vanishing stability	100,0	deg			
38		shall not be less than (>=)	0,0900	m.rad	1,4995	Pass	+1566,14
39							
40	267(85) C	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
41		<i>in the range from the greater of</i>					
42		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
43		<i>to the lesser of</i>					
44		spec. heel angle	90,0	deg			
45		angle of max. GZ	59,1	deg	59,1		
46		shall not be less than (>=)	0,200	m	4,143	Pass	+1971,50
47		<i>Intermediate values</i>					
48		angle at which this GZ occurs		deg	59,1		
49							
50	267(85) C	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
51		shall not be less than (>=)	25,0	deg	59,1	Pass	+136,36
52							
53	267(85) C	2.2.4: Initial GMt				Pass	
54		spec. heel angle	0,0	deg			
55		shall not be less than (>=)	0,150	m	7,023	Pass	+4582,00
56							
57	267(85) C	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
58		<i>from the greater of</i>					
59		spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
60		<i>to the lesser of</i>					
61		spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
62		first downflooding angle	57,7	deg			
63		angle of vanishing stability	100,0	deg			
64		shall not be less than (>=)	0,0300	m.rad	0,6140	Pass	+1946,64
65							
66	267(85) C	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
67		<i>Wind arm: <math>a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)</math></i>					
68		constant: a =	0,99966				
69		wind pressure: P =	504,0	Pa			
70		area centroid height (from zero point): h =	11,230	m			
71		total area: A =	2828,980	m^2			
72		H = vert. centre of projected lat. u'water area	2,559	m			

ANEXO I: Salidas e informes de Maxsurf  
Noelia López Puentenueva

62		first downflooding angle	57,7	deg			
63		angle of vanishing stability	100,0	deg			
64		shall not be less than (>=)	0,0300	m.rad	0,6140	Pass	+1946,64
65							
66	267(85) C	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
67		Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
68		constant: a =	0,99966				
69		wind pressure: P =	504,0	Pa			
70		area centroid height (from zero point): h =	11,230	m			
71		total area: A =	2828,980	m^2			
72		H = vert. centre of projected lat. u'water area	2,559	m			
73		cosine power: n =	0				
74		gust ratio	1,5				
75		Area2 integrated to the lesser of					
76		2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	21,0 (-19,7)	deg	-19,7		
77		roll back to equilibrium (ignoring heel arm)	0,7	deg			
78		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
79		spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
80		first downflooding angle	57,7	deg			
81		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	100,0	deg			
82		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
83		angle of max. GZ	59,1	deg	59,1		
84		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImm				
85		Criteria:				Pass	
86		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	1,3	Pass	+91,91
87		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	430,71	Pass	+330,71
88		Intermediate values					
89		Heel arm amplitude		m	0,077		
90		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	1,6		
91		Area1 (under GZ), from 1,6 to 50,0 deg.		m.rad	2,1808		
92		Area1 (under HA), from 1,6 to 50,0 deg.		m.rad	0,0969		
93		Area1, from 1,6 to 50,0 deg.		m.rad	2,0839		
94		Area2 (under GZ), from -19,7 to 1,6 deg.		m.rad	-0,4411		
95		Area2 (under HA), from -19,7 to 1,6 deg.		m.rad	0,0427		
96		Area2, from -19,7 to 1,6 deg.		m.rad	0,4838		
97							

## **5. Cálculo probabilístico**

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1	Deepest subdivision draft (summer																			
2	TS: Z1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16	0,0345	1,0000	0,1194	0,0041	0,0	0,000	n/a	4,5 (Invalid parame	0,0	26,3	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
3	TS: Z1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16	0,0345	1,0000	0,8805	0,0303	0,0	0,000	n/a	4,5 (Invalid parame	0,0	26,3	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
4	TS: Z1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
5	TS: Z2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0191	0,9136	0,1194	0,0020	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,002087		
6	TS: Z2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0191	0,9136	0,8805	0,0153	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,015388		
7	TS: Z2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
8	TS: Z2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0191	0,0863	0,1194	0,0001	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000197		
9	TS: Z2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0191	0,0863	0,8805	0,0014	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,001454		
10	TS: Z2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
11	TS: Z3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4630	0,1194	0,0010	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001058		
12	TS: Z3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4630	0,8805	0,0077	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,007798		
13	TS: Z3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
14	TS: Z3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4015	0,1194	0,0009	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000917		
15	TS: Z3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4015	0,8805	0,0067	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,006763		
16	TS: Z3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
17	TS: Z3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0634	0,1194	0,0001	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000145		
18	TS: Z3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0634	0,8805	0,0010	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001068		
19	TS: Z3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
20	TS: Z3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0719	0,1194	0,0001	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000164		
21	TS: Z3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0719	0,8805	0,0012	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001213		
22	TS: Z3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
23	TS: Z4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,4145	0,1194	0,0037	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,003765		
24	TS: Z4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,4145	0,8805	0,0277	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,027753		
25	TS: Z4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
26	TS: Z4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,3857	0,1194	0,0035	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,003503		
27	TS: Z4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,3857	0,8805	0,0258	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,025824		
28	TS: Z4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
29	TS: Z4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,0917	0,1194	0,0008	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000834		
30	TS: Z4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,0917	0,8805	0,0061	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,006145		
31	TS: Z4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
32	TS: Z4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0760	0,1078	0,1194	0,0009	47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000	0,000979		
33	TS: Z4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0760	0,1078	0,8805	0,0072	47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000	0,007220		
34	TS: Z4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000			
35	TS: Z5; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0191	0,9903	0,1194	0,0022	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,002263		
36	TS: Z5; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0191	0,9903	0,8805	0,0166	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,016679		
37	TS: Z5; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
38	TS: Z5; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,49,52	0,0191	0,0096	0,8805	0,0001	43,5	2,768	0,6	25,3 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,000163		
39	TS: Z5; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,49,52					43,5	2,768	0,6	25,3 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
40	TS: Z6; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0051	0,9999	0,1194	0,0006	43,9	2,677	2,7	29,4 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000612		
41	TS: Z6; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0051	0,9999	0,8805	0,0045	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
42	TS: Z6; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
43	TS: Z7; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,9192	0,1194	0,0043	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,004388		
44	TS: Z7; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,9192	0,8805	0,0323	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,032349		
45	TS: Z7; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
46	TS: Z7; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0644	0,1194	0,0003	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000308		
47	TS: Z7; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0644	0,8805	0,0022	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,002268		
48	TS: Z7; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
49	TS: Z7; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0163	0,8805	0,0005	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000575		
50	TS: Z7; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
51	TS: Z8; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,4509	0,1194	0,0099	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,009962		
52	TS: Z8; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,4509	0,8805	0,0734	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,073442		
53	TS: Z8; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
54	TS: Z8; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,2201	0,1194	0,0048	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,004864		
55	TS: Z8; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,2201	0,8805	0,0358	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,035856		
56	TS: Z8; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
57	TS: Z8; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0370	0,1194	0,0008	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000818		
58	TS: Z8; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0370	0,8805	0,0060	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,006027		
59	TS: Z8; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
60	TS: Z8; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1017	0,1194	0,0022	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,002248		
61	TS: Z8; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1017	0,8805	0,0165	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,016574		

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
62	TS: Z8; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
63	TS: Z8; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0286	0,1194	0,0006	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000632		
64	TS: Z8; b5; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0286	0,8805	0,0046	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,004660		
65	TS: Z8; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
66	TS: Z8; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0499	0,1194	0,0011	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001104		
67	TS: Z8; b6; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0499	0,8805	0,0081	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,008136		
68	TS: Z8; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
69	TS: Z8; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1115	0,1194	0,0024	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,002465		
70	TS: Z8; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1115	0,8805	0,0181	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,018175		
71	TS: Z8; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
72	TS: Z9; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0169	1,0000	0,1194	0,0020	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,002026		
73	TS: Z9; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0169	1,0000	0,8805	0,0149	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
74	TS: Z9; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
75	TS: Z10; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2094	0,1194	0,0004	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000424		
76	TS: Z10; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2094	0,8805	0,0031	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,003128		
77	TS: Z10; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
78	TS: Z10; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2783	0,1194	0,0005	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000564		
79	TS: Z10; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2783	0,8805	0,0041	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,004157		
80	TS: Z10; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
81	TS: Z10; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,5122	0,1194	0,0010	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001038		
82	TS: Z10; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,5122	0,8805	0,0076	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,007650		
83	TS: Z10; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
84	TS: Z11; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0094	1,0000	0,1194	0,0011	47,8	2,545	0,0	30,8 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001128		
85	TS: Z11; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0094	1,0000	0,8805	0,0083	0,0	0,000	n/a	13,9 (Invalid param	n/a	31,4	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
86	TS: Z11; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
87	TS: Z12; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2	0,0538	1,0000	0,1194	0,0064	47,8	2,546	0,0	30,9 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,006427		
88	TS: Z12; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,10,11,12	0,0538	1,0000	0,8805	0,0473	47,8	2,546	0,0	30,9 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,047380		
89	TS: Z12; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12					47,8	2,539	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
90	TS: Z1,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0342	0,8424	0,1194	0,0034	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
91	TS: Z1,2; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0342	0,8424	0,8805	0,0254	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
92	TS: Z1,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
93	TS: Z1,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0342	0,1575	0,1194	0,0006	0,0	0,000	n/a	2,1 (Invalid parame	n/a	24,8	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
94	TS: Z1,2; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0342	0,1575	0,8805	0,0047	0,0	0,000	n/a	2,1 (Invalid parame	n/a	24,8	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
95	TS: Z1,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
96	TS: Z2,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,3989	0,1194	0,0013	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,001303		
97	TS: Z2,2; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,3989	0,8805	0,0096	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,009605		
98	TS: Z2,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
99	TS: Z2,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,4064	0,1194	0,0013	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,001328		
100	TS: Z2,2; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,4064	0,8805	0,0097	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,009787		
101	TS: Z2,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
102	TS: Z2,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,0605	0,1194	0,0001	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000198		
103	TS: Z2,2; b3; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,0605	0,8805	0,0014	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,001457		
104	TS: Z2,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
105	TS: Z2,2; b4; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,0188	0,8805	0,0004	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000453		
106	TS: Z2,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
107	TS: Z2,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,1152	0,1194	0,0003	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000376		
108	TS: Z2,2; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,1152	0,8805	0,0027	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,002775		
109	TS: Z2,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
110	TS: Z3,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3781	0,1194	0,0017	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001794		
111	TS: Z3,2; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3781	0,8805	0,0132	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,013226		
112	TS: Z3,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
113	TS: Z3,2; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0203	0,8805	0,0007	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000711		
114	TS: Z3,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
115	TS: Z3,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3863	0,1194	0,0018	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001833		
116	TS: Z3,2; b3; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3863	0,8805	0,0135	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,013515		
117	TS: Z3,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
118	TS: Z3,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0844	0,1194	0,0004	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000401		
119	TS: Z3,2; b4; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0844	0,8805	0,0029	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,002954		
120	TS: Z3,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
121	TS: Z3,2; b5; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0119	0,8805	0,0004	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000416		
122	TS: Z3,2; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000</			



	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
123	TS: Z3,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0397	0,1188	0,1194	0,0005	47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000	0,000564		
124	TS: Z3,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0397	0,1188	0,8805	0,0041	47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000	0,004156		
125	TS: Z3,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000			
126	TS: Z4,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3984	0,1194	0,0018	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,001891		
127	TS: Z4,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3984	0,8805	0,0139	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,013937		
128	TS: Z4,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
129	TS: Z4,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3863	0,1194	0,0018	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,001833		
130	TS: Z4,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3863	0,8805	0,0135	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,013515		
131	TS: Z4,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
132	TS: Z4,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,0963	0,1194	0,0004	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,000457		
133	TS: Z4,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,0963	0,8805	0,0033	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,003370		
134	TS: Z4,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
135	TS: Z4,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0397	0,0946	0,1194	0,0004	43,5	2,769	0,6	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000	0,000449		
136	TS: Z4,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0397	0,0946	0,8805	0,0033	43,5	2,769	0,6	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000	0,003312		
137	TS: Z4,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					43,5	2,769	0,6	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000			
138	TS: Z4,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20,49,52	0,0397	0,0241	0,1194	0,0001	43,3	2,776	0,7	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000	0,000114		
139	TS: Z4,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20,49,52	0,0397	0,0241	0,8805	0,0008	43,3	2,776	0,7	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000	0,000844		
140	TS: Z4,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20,49,52					43,3	2,776	0,7	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000			
141	TS: Z5,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0157	0,9836	0,1194	0,0018	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,001847		
142	TS: Z5,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0157	0,9836	0,8805	0,0136									0,000000	0,000000		
143	TS: Z5,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
144	TS: Z5,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0157	0,0163	0,8805	0,0002									0,000000	0,000000		
145	TS: Z5,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,49,52													0,000000			
146	TS: Z6,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,9060	0,1194	0,0022	43,9	2,677	2,7	29,4 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,002219		
147	TS: Z6,2; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,9060	0,8805	0,0163	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid param	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
148	TS: Z6,2; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
149	TS: Z6,2; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
150	TS: Z6,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,0737	0,1194	0,0001	43,9	2,677	2,7	29,4 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000181		
151	TS: Z6,2; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,0737	0,8805	0,0013	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid param	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
152	TS: Z6,2; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
153	TS: Z6,2; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
154	TS: Z6,2; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,0201	0,8805	0,0003	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid param	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
155	TS: Z6,2; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
156	TS: Z6,2; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
157	TS: Z7,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,4443	0,1194	0,0028	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,002889		
158	TS: Z7,2; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,4443	0,8805	0,0212	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,021294		
159	TS: Z7,2; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
160	TS: Z7,2; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
161	TS: Z7,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,2198	0,1194	0,0014	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001429		
162	TS: Z7,2; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,2198	0,8805	0,0105	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,010536		
163	TS: Z7,2; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
164	TS: Z7,2; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
165	TS: Z7,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0372	0,1194	0,0002	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000242		
166	TS: Z7,2; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0372	0,8805	0,0017	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001784		
167	TS: Z7,2; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
168	TS: Z7,2; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
169	TS: Z7,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,1029	0,1194	0,0006	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000669		
170	TS: Z7,2; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,1029	0,8805	0,0049	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,004932		
171	TS: Z7,2; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
172	TS: Z7,2; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
173	TS: Z7,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0291	0,1194	0,0001	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000189		
174	TS: Z7,2; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0291	0,8805	0,0013	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001395		
175	TS: Z7,2; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
176	TS: Z7,2; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
177	TS: Z7,2; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0510	0,1194	0,0003	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000332		
178	TS: Z7,2; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0510	0,8805	0,0024	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,002446		
179	TS: Z7,2; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
180	TS: Z7,2; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
181	TS: Z7,2; b7; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0890	0,1194	0,0005	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000579		
182	TS: Z7,2; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0890	0,8805	0,0042	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,004268		
183	TS: Z7,2; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
184	TS: Z7,2; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
185	TS: Z7,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0265	0,1194	0,0001	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000173		
186	TS: Z7,2; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0265	0,8805	0,0012	47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001272		
187	TS: Z7,2; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
188	TS: Z7,2; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
189	TS: Z8,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,4462	0,1194	0,0022	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,002237		
190	TS: Z8,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,4462	0,8805	0,0164	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
191	TS: Z8,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
192	TS: Z8,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,2199	0,1194	0,0011	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,001103		
193	TS: Z8,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,2199	0,8805	0,0081	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
194	TS: Z8,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
195	TS: Z8,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0371	0,1194	0,0001	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000186		
196	TS: Z8,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0371	0,8805	0,0013	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
197	TS: Z8,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
198	TS: Z8,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,1025	0,1194	0,0005	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000514		
199	TS: Z8,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,1025	0,8805	0,0037	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
200	TS: Z8,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
201	TS: Z8,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0289	0,1194	0,0001	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000145		
202	TS: Z8,2; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0289	0,8805	0,0010	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
203	TS: Z8,2; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
204	TS: Z8,2; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0507	0,1194	0,0002	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000254		
205	TS: Z8,2; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0507	0,8805	0,0018	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
206	TS: Z8,2; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
207	TS: Z8,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,1144	0,1194	0,0005	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000574		
208	TS: Z8,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,1144	0,8805	0,0042	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
209	TS: Z8,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
210	TS: Z9,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,1734	0,1194	0,0005	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000517		
211	TS: Z9,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,1734	0,8805	0,0038	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
212	TS: Z9,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
213	TS: Z9,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,2444	0,1194	0,0007	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000728		
214	TS: Z9,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,2444	0,8805	0,0053	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
215	TS: Z9,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
216	TS: Z9,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,5821	0,1194	0,0017	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,001733		
217	TS: Z9,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,5821	0,8805	0,0127	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
218	TS: Z9,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
219	TS: Z10,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,1788	0,1194	0,0004	47,8	2,545	0,0	30,8 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000419		
220	TS: Z10,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,1788	0,8805	0,0030	0,0	0,000	n/a	13,9 (Invalid param	n/a	31,4	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
221	TS: Z10,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
222	TS: Z10,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,2496	0,1194	0,0005	47,8	2,545	0,0	30,8 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000584		
223	TS: Z10,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,2496	0,8805	0,0043	0,0	0,000	n/a	13,9 (Invalid param	n/a	31,4	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
224	TS: Z10,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
225	TS: Z10,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,5715	0,1194	0,0013	47,8	2,545	0,0	30,8 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001338		
226	TS: Z10,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,5715	0,8805	0,0098	0,0	0,000	n/a	13,9 (Invalid param	n/a	31,4	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
227	TS: Z10,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
228	TS: Z11,2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0289	1,0000	0,1194	0,0034	47,8	2,552	0,0	31,0 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,003454		
229	TS: Z11,2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0289	1,0000	0,8805	0,0254	0,0	0,000	n/a	14,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
230	TS: Z11,2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
231	TS: Z1,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,3649	0,1194	0,0005	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
232	TS: Z1,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,3649	0,8805	0,0043	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
233	TS: Z1,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
234	TS: Z1,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,4065	0,1194	0,0006	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
235	TS: Z1,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,4065	0,8805	0,0048	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
236	TS: Z1,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
237	TS: Z1,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,0664	0,1194	0,0001	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
238	TS: Z1,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,0664	0,8805	0,0007	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
239	TS: Z1,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
240	TS: Z1,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,0212	0,8805	0,0002	0,0	0,000	n/a	2,1 (Invalid parame	n/a	24,8	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
241	TS: Z1,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
242	TS: Z1,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,1408	0,1194	0,0002	0,0	0,000	n/a	2,1 (Invalid parame	n/a	24,8	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
243	TS: Z1,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,1408	0,8805	0,0016	0,0	0,000	n/a	2,1 (Invalid parame	n/a	24,8	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
244	TS: Z1,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0									

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
245	TS: Z2,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3709	0,1194	0,0006	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000680		
246	TS: Z2,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3709	0,8805	0,0050	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,005014		
247	TS: Z2,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
248	TS: Z2,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0201	0,8805	0,0002	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000272		
249	TS: Z2,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
250	TS: Z2,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3865	0,1194	0,0007	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000709		
251	TS: Z2,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3865	0,8805	0,0052	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,005225		
252	TS: Z2,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
253	TS: Z2,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0654	0,1194	0,0001	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000120		
254	TS: Z2,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0654	0,8805	0,0008	45,9	2,529	0,7	28,7 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000884		
255	TS: Z2,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
256	TS: Z2,3; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0153	0,0208	0,8805	0,0002	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000281		
257	TS: Z2,3; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
258	TS: Z2,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0153	0,0122	0,8805	0,0001	45,4	2,532	1,0	28,4 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000165		
259	TS: Z2,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					47,8	2,540	0,0	30,7 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000			
260	TS: Z2,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,20,25,33	0,0153	0,1239	0,1194	0,0002	45,2	2,541	1,2	28,3 (Pass)	50,0	46,3	46,3	1,000	1,000000	0,000227		
261	TS: Z2,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,20,25,33	0,0153	0,1239	0,8805	0,0016	45,2	2,541	1,2	28,3 (Pass)	50,0	46,3	46,3	1,000	1,000000	0,001675		
262	TS: Z2,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					47,5	2,550	0,2	30,5 (Pass)	50,0	47,7	47,7	1,000	1,000000			
263	TS: Z3,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3709	0,1194	0,0001	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,000132		
264	TS: Z3,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3709	0,8805	0,0009	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,000970		
265	TS: Z3,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
266	TS: Z3,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3865	0,1194	0,0001	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,000137		
267	TS: Z3,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3865	0,8805	0,0010	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,001011		
268	TS: Z3,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
269	TS: Z3,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,0862	0,8805	0,0002	43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000	0,000225		
270	TS: Z3,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
271	TS: Z3,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0029	0,0983	0,8805	0,0002	43,5	2,769	0,6	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000	0,000257		
272	TS: Z3,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					43,5	2,769	0,6	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000			
273	TS: Z4,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,3941	0,1194	0,0004	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000462		
274	TS: Z4,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,3941	0,8805	0,0034									0,000000	0,000000		
275	TS: Z4,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
276	TS: Z4,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,3865	0,1194	0,0004	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000453		
277	TS: Z4,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,3865	0,8805	0,0033									0,000000	0,000000		
278	TS: Z4,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
279	TS: Z4,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,0975	0,1194	0,0001	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000114		
280	TS: Z4,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,0975	0,8805	0,0008									0,000000	0,000000		
281	TS: Z4,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
282	TS: Z4,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,20,26	0,0098	0,0968	0,1194	0,0001	40,1	2,892	2,6	23,9 (Pass)	50,0	42,7	42,7	1,000	1,000000	0,000114		
283	TS: Z4,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0098	0,0968	0,8805	0,0008									0,000000	0,000000		
284	TS: Z4,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20													0,000000			
285	TS: Z4,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0098	0,0249	0,8805	0,0002									0,000000	0,000000		
286	TS: Z4,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20,49,5													0,000000			
287	TS: Z5,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0231	0,8938	0,1194	0,0024	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,002468		
288	TS: Z5,3; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0231	0,8938	0,8805	0,0181									0,000000	0,000000		
289	TS: Z5,3; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
290	TS: Z5,3; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
291	TS: Z5,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0231	0,0824	0,1194	0,0002	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000228		
292	TS: Z5,3; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0231	0,0824	0,8805	0,0016									0,000000	0,000000		
293	TS: Z5,3; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
294	TS: Z5,3; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
295	TS: Z5,3; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0231	0,0237	0,8805	0,0004									0,000000	0,000000		
296	TS: Z5,3; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,49,52													0,000000			
297	TS: Z5,3; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,49,52													0,000000			
298	TS: Z6,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,4429	0,1194	0,0003	43,9	2,677	2,7	29,4 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000312		
299	TS: Z6,3; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,4429	0,8805	0,0022	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
300	TS: Z6,3; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
301	TS: Z6,3; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
302	TS: Z6,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,2197	0,1194	0,0001	43,9	2,677	2,7	29,4 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000155		
303	TS: Z6,3; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,2197	0,8805	0,0011	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
304	TS: Z6,3; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
305	TS: Z6,3; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
306	TS: Z6,3; b3; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0372	0,8805	0,0001	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
307	TS: Z6,3; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
308	TS: Z6,3; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
309	TS: Z6,3; b4; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,1031	0,8805	0,0005	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
310	TS: Z6,3; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
311	TS: Z6,3; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
312	TS: Z6,3; b5; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0291	0,8805	0,0001	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
313	TS: Z6,3; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
314	TS: Z6,3; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
315	TS: Z6,3; b6; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0512	0,8805	0,0002	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
316	TS: Z6,3; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
317	TS: Z6,3; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
318	TS: Z6,3; b7; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0896	0,8805	0,0004	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
319	TS: Z6,3; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
320	TS: Z6,3; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
321	TS: Z6,3; bx; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0267	0,8805	0,0001	0,0	0,000	n/a	7,6 (Invalid parame	n/a	27,7	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
322	TS: Z6,3; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
323	TS: Z6,3; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
324	TS: Z8,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1540	0,1194	0,0003	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000317		
325	TS: Z8,3; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1540	0,8805	0,0023	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
326	TS: Z8,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
327	TS: Z8,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,2250	0,1194	0,0004	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000462		
328	TS: Z8,3; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,2250	0,8805	0,0034	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
329	TS: Z8,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
330	TS: Z8,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0642	0,1194	0,0001	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000132		
331	TS: Z8,3; b3; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0642	0,8805	0,0009	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
332	TS: Z8,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
333	TS: Z8,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,2197	0,1194	0,0004	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000452		
334	TS: Z8,3; b4; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,2197	0,8805	0,0033	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
335	TS: Z8,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
336	TS: Z8,3; b5; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0372	0,8805	0,0005	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
337	TS: Z8,3; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
338	TS: Z8,3; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1030	0,1194	0,0002	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000212		
339	TS: Z8,3; b6; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1030	0,8805	0,0015	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
340	TS: Z8,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
341	TS: Z8,3; b7; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0291	0,8805	0,0004	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
342	TS: Z8,3; b7; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
343	TS: Z8,3; b8; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0512	0,1194	0,0001	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000105		
344	TS: Z8,3; b8; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0512	0,8805	0,0007	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
345	TS: Z8,3; b8; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
346	TS: Z8,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1162	0,1194	0,0002	47,6	2,728	0,0	31,6 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000239		
347	TS: Z8,3; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1162	0,8805	0,0017	0,0	0,000	n/a	14,4 (Invalid param	0,0	31,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
348	TS: Z8,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
349	TS: Z9,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,1647	0,1194	0,0001	47,6	2,738	0,0	31,7 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000191		
350	TS: Z9,3; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,1647	0,8805	0,0014	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
351	TS: Z9,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
352	TS: Z9,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,2357	0,1194	0,0002	47,6	2,738	0,0	31,7 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000274		
353	TS: Z9,3; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,2357	0,8805	0,0020	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
354	TS: Z9,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
355	TS: Z9,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,5994	0,1194	0,0006	47,6	2,738	0,0	31,7 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000696		
356	TS: Z9,3; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,5994	0,8805	0,0051	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
357	TS: Z9,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
358	TS: Z10,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,1539	0,1194	0,0003	47,8	2,552	0,0	31,0 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000366		
359	TS: Z10,3; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,1539	0,8805	0,0027	0,0	0,000	n/a	14,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
360	TS: Z10,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
361	TS: Z10,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,2249	0,1194	0,0005	47,8	2,552	0,0	31,0 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,000535		
362	TS: Z10,3; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,2249	0,8805	0,0039	0,0	0,000	n/a	14,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
363	TS: Z10,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
364	TS: Z10,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,6211	0,1194	0,0014	47,8	2,552	0,0	31,0 (Pass)	50,0	47,8	47,8	1,000	1,000000	0,001478		
365	TS: Z10,3; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,6211	0,8805	0,0108	0,0	0,000	n/a	14,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
366	TS: Z10,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
367	TS: Z1,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3600	0,1194	0,0002	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
368	TS: Z1,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3600	0,8805	0,0018	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
369	TS: Z1,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
370	TS: Z1,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3868	0,1194	0,0002	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
371	TS: Z1,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3868	0,8805	0,0019	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
372	TS: Z1,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
373	TS: Z1,4; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,0672	0,8805	0,0003	0,0	0,000	n/a	3,2 (Invalid parame	n/a	25,6	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
374	TS: Z1,4; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
375	TS: Z1,4; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0056	0,0215	0,8805	0,0001	0,0	0,000	n/a	2,1 (Invalid parame	n/a	24,8	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
376	TS: Z1,4; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					46,8	2,541	0,0	28,9 (Pass)	50,0	46,8	46,8	1,000	1,000000			
377	TS: Z1,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,20,25,3	0,0056	0,1318	0,8805	0,0006	0,0	0,000	n/a	1,3 (Invalid parame	n/a	24,3	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
378	TS: Z1,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3,20					46,5	2,551	0,2	28,8 (Pass)	50,0	46,7	46,7	1,000	1,000000			
379	TS: Z2,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3668	0,8805	0,0003	41,8	2,743	1,0	22,9 (Pass)	50,0	42,7	42,7	1,000	1,000000	0,000369		
380	TS: Z2,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
381	TS: Z2,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3866	0,8805	0,0003	41,8	2,743	1,0	22,9 (Pass)	50,0	42,7	42,7	1,000	1,000000	0,000389		
382	TS: Z2,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					43,7	2,761	0,4	25,4 (Pass)	50,0	44,1	44,1	1,000	1,000000			
383	TS: Z2,4; b7; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,18,20,25,	0,0011	0,1004	0,8805	0,0001	41,1	2,748	1,3	22,5 (Pass)	50,0	42,4	42,4	1,000	1,000000	0,000101		
384	TS: Z2,4; b7; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					43,5	2,769	0,6	25,2 (Pass)	50,0	44,0	44,0	1,000	1,000000			
385	TS: Z3,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0007	0,3686	0,8805	0,0002									0,000000	0,000000		
386	TS: Z3,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
387	TS: Z3,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0007	0,3866	0,8805	0,0002									0,000000	0,000000		
388	TS: Z3,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
389	TS: Z4,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,3868	0,1194	0,0004	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000487		
390	TS: Z4,4; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,3868	0,8805	0,0035									0,000000	0,000000		
391	TS: Z4,4; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
392	TS: Z4,4; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
393	TS: Z4,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,3866	0,1194	0,0004	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000487		
394	TS: Z4,4; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,3866	0,8805	0,0035									0,000000	0,000000		
395	TS: Z4,4; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
396	TS: Z4,4; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
397	TS: Z4,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,0996	0,1194	0,0001	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000125		
398	TS: Z4,4; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,0996	0,8805	0,0009									0,000000	0,000000		
399	TS: Z4,4; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
400	TS: Z4,4; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
401	TS: Z4,4; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0118	0,8805	0,0001									0,000000	0,000000		
402	TS: Z4,4; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20													0,000000			
403	TS: Z4,4; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20													0,000000			
404	TS: Z4,4; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,20,26	0,0105	0,0886	0,1194	0,0001	40,1	2,892	2,6	23,9 (Pass)	50,0	42,7	42,7	1,000	1,000000	0,000112		
405	TS: Z4,4; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0886	0,8805	0,0008									0,000000	0,000000		
406	TS: Z4,4; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20													0,000000			
407	TS: Z4,4; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20													0,000000			
408	TS: Z4,4; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0263	0,8805	0,0002									0,000000	0,000000		
409	TS: Z4,4; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20,49,5													0,000000			
410	TS: Z4,4; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,20,49,5													0,000000			
411	TS: Z5,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,4410	0,1194	0,0002	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000267		
412	TS: Z5,4; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,4410	0,8805	0,0019									0,000000	0,000000		
413	TS: Z5,4; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
414	TS: Z5,4; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
415	TS: Z5,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,2196	0,1194	0,0001	40,3	2,886	2,5	24,0 (Pass)	50,0	42,9	42,9	1,000	1,000000	0,000133		
416	TS: Z5,4; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,2196	0,8805	0,0009									0,000000	0,000000		
417	TS: Z5,4; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
418	TS: Z5,4; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
419	TS: Z5,4; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0373	0,8805	0,0001									0,000000	0,000000		
420	TS: Z5,4; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
421	TS: Z5,4; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
422	TS: Z5,4; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,1034	0,8805	0,0004									0,000000	0,000000		
423	TS: Z5,4; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
424	TS: Z5,4; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
425	TS: Z5,4; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0293	0,8805	0,0001									0,000000	0,000000		
426	TS: Z5,4; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
427	TS: Z5,4; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
428	TS: Z5,4; b6; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0515	0,8805	0,0002									0,000000	0,000000		
429	TS: Z5,4; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
430	TS: Z5,4; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
431	TS: Z5,4; b7; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0904	0,8805	0,0004									0,000000	0,000000		
432	TS: Z5,4; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
433	TS: Z5,4; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16													0,000000			
434	TS: Z5,4; bx; Hx; Alt. 1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0050	0,0271	0,8805	0,0001									0,000000	0,000000		
435	TS: Z5,4; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,49,52													0,000000			
436	TS: Z5,4; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage	4,13,16,49,52													0,000000			
437	TS: Z8,4; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1533	0,8805	0,0006	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
438	TS: Z8,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
439	TS: Z8,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,2243	0,1194	0,0001	47,6	2,738	0,0	31,7 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000122		
440	TS: Z8,4; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,2243	0,8805	0,0009	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
441	TS: Z8,4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
442	TS: Z8,4; b3; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0641	0,8805	0,0002	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
443	TS: Z8,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
444	TS: Z8,4; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,2197	0,1194	0,0001	47,6	2,738	0,0	31,7 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000120		
445	TS: Z8,4; b4; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,2197	0,8805	0,0008	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
446	TS: Z8,4; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
447	TS: Z8,4; b5; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0373	0,8805	0,0001	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
448	TS: Z8,4; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
449	TS: Z8,4; b6; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1033	0,8805	0,0004	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
450	TS: Z8,4; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
451	TS: Z8,4; b7; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0292	0,8805	0,0001	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
452	TS: Z8,4; b7; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
453	TS: Z8,4; b8; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0514	0,8805	0,0002	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
454	TS: Z8,4; b8; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
455	TS: Z8,4; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1171	0,8805	0,0004	0,0	0,000	n/a	14,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
456	TS: Z8,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
457	TS: Z9,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,1525	0,1194	0,0001	47,6	2,755	0,0	32,1 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000119		
458	TS: Z9,4; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,1525	0,8805	0,0008	0,0	0,000	n/a	15,2 (Invalid param	n/a	31,3	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
459	TS: Z9,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
460	TS: Z9,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,2235	0,1194	0,0001	47,6	2,755	0,0	32,1 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000175		
461	TS: Z9,4; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,2235	0,8805	0,0012	0,0	0,000	n/a	15,2 (Invalid param	n/a	31,3	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
462	TS: Z9,4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
463	TS: Z9,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,6239	0,1194	0,0004	47,6	2,755	0,0	32,1 (Pass)	50,0	47,6	47,6	1,000	1,000000	0,000487		
464	TS: Z9,4; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,6239	0,8805	0,0035	0,0	0,000	n/a	15,2 (Invalid param	n/a	31,3	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
465	TS: Z9,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					0,0	0,000	n/a	13,8 (Invalid param	0,0	31,4	n/a	0,000	0,000000			
466	Attained partial index As							0,9915										0,643048	0,563520	Pass
467																				
468	Partial subdivision draft Loadcase																			
469	Tp: Z1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16	0,0345	1,0000	0,1868	0,0064	17,4	0,010	0,0	13,9 (Pass)	17,4	32,4	11,8	1,000	0,540200	0,003483		
470	Tp: Z1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16	0,0345	1,0000	0,8131	0,0280	17,4	0,010	0,0	13,9 (Pass)	17,4	32,4	11,8	1,000	0,540200	0,015158		
471	Tp: Z1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
472	Tp: Z2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0191	0,9136	0,1868	0,0032	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,003265		
473	Tp: Z2; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0191	0,9136	0,8131	0,0142	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,014210		
474	Tp: Z2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
475	Tp: Z2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0191	0,0863	0,1868	0,0003	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000308		
476	Tp: Z2; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0191	0,0863	0,8131	0,0013	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,001342		
477	Tp: Z2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
478	Tp: Z3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4630	0,1868	0,0016	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001655		
479	Tp: Z3; b1; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4630	0,8131	0,0072	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007201		
480	Tp: Z3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
481	Tp: Z3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4015	0,1868	0,0014	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001435		
482	Tp: Z3; b2; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4015	0,8131	0,0062	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006246		
483	Tp: Z3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
484	Tp: Z3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0634	0,1868	0,0002	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000227		
485	Tp: Z3; b3; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0634	0,8131	0,0009	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000986		
486	Tp: Z3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
487	Tp: Z3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0719	0,1868	0,0002	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000257		
488	Tp: Z3; bx; Hx; Alt. 1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0719	0,8131	0,0011	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001120		



	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
489	Tp: Z3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
490	Tp: Z4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,4145	0,1868	0,0058	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005889		
491	Tp: Z4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,4145	0,8131	0,0256	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,025629		
492	Tp: Z4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
493	Tp: Z4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,3857	0,1868	0,0054	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005480		
494	Tp: Z4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,3857	0,8131	0,0238	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,023847		
495	Tp: Z4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
496	Tp: Z4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,0917	0,1868	0,0013	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001304		
497	Tp: Z4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,0917	0,8131	0,0056	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005675		
498	Tp: Z4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
499	Tp: Z4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0760	0,1078	0,1868	0,0015	49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001532		
500	Tp: Z4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0760	0,1078	0,8131	0,0066	49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006668		
501	Tp: Z4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
502	Tp: Z5; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0191	0,9903	0,1868	0,0035	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,003539		
503	Tp: Z5; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0191	0,9903	0,8131	0,0154	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,015402		
504	Tp: Z5; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
505	Tp: Z5; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,49,52	0,0191	0,0096	0,8131	0,0001	46,1	3,794	0,5	27,0 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000150		
506	Tp: Z5; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,49,52					46,1	3,794	0,5	27,0 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
507	Tp: Z6; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0051	0,9999	0,1868	0,0009	46,7	3,716	2,2	30,9 (Pass)	50,0	48,9	48,9	1,000	1,000000	0,000957		
508	Tp: Z6; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0051	0,9999	0,8131	0,0041	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
509	Tp: Z6; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
510	Tp: Z7; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,9192	0,1868	0,0068	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006865		
511	Tp: Z7; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,9192	0,8131	0,0298	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,029873		
512	Tp: Z7; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
513	Tp: Z7; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0644	0,1868	0,0004	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000481		
514	Tp: Z7; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0644	0,8131	0,0020	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002095		
515	Tp: Z7; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
516	Tp: Z7; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0163	0,1868	0,0001	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000122		
517	Tp: Z7; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0163	0,8131	0,0005	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000531		
518	Tp: Z7; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
519	Tp: Z8; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,4509	0,1868	0,0155	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,015585		
520	Tp: Z8; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,4509	0,8131	0,0678	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,067819		
521	Tp: Z8; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
522	Tp: Z8; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,2201	0,1868	0,0076	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007609		
523	Tp: Z8; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,2201	0,8131	0,0331	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,033111		
524	Tp: Z8; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
525	Tp: Z8; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0370	0,1868	0,0012	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001279		
526	Tp: Z8; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0370	0,8131	0,0055	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005566		
527	Tp: Z8; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
528	Tp: Z8; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1017	0,1868	0,0035	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003517		
529	Tp: Z8; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1017	0,8131	0,0153	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,015305		
530	Tp: Z8; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
531	Tp: Z8; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0286	0,1868	0,0009	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000989		
532	Tp: Z8; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0286	0,8131	0,0043	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004303		
533	Tp: Z8; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
534	Tp: Z8; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0499	0,1868	0,0017	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001727		
535	Tp: Z8; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0499	0,8131	0,0075	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007513		
536	Tp: Z8; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
537	Tp: Z8; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1115	0,1868	0,0038	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003857		
538	Tp: Z8; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1115	0,8131	0,0167	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,016783		
539	Tp: Z8; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
540	Tp: Z9; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0169	1,0000	0,1868	0,0031	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003169		
541	Tp: Z9; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0169	1,0000	0,8131	0,0137	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,013202		
542	Tp: Z9; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
543	Tp: Z10; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2094	0,1868	0,0006	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000664		
544	Tp: Z10; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2094	0,8131	0,0028	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002888		
545	Tp: Z10; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
546	Tp: Z10; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2783	0,1868	0,0008	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000882		
547	Tp: Z10; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2783	0,8131	0,0038	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003838		
548	Tp: Z10; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
549	Tp: Z10; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,5122	0,1868	0,0016	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001623		

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
550	Tp: Z10; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,5122	0,8131	0,0070	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007064		
551	Tp: Z10; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
552	Tp: Z11; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0094	1,0000	0,1868	0,0017	50,0	3,551	0,0	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001765		
553	Tp: Z11; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0094	1,0000	0,8131	0,0076	32,3	0,130	0,0	20,0 (Pass)	32,4	35,4	18,2	1,000	1,000000	0,007679		
554	Tp: Z11; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
555	Tp: Z12; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2	0,0538	1,0000	0,1868	0,0100	50,0	3,549	0,0	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,010054		
556	Tp: Z12; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,10,11,12	0,0538	1,0000	0,8131	0,0437	50,0	3,549	0,0	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,043753		
557	Tp: Z12; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
558	Tp: Z1,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0342	0,8424	0,1868	0,0053	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
559	Tp: Z1,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0342	0,8424	0,8131	0,0234	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
560	Tp: Z1,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
561	Tp: Z1,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0342	0,1575	0,1868	0,0010	0,0	0,000	n/a	12,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
562	Tp: Z1,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0342	0,1575	0,8131	0,0043	0,0	0,000	n/a	12,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
563	Tp: Z1,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
564	Tp: Z2,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,3989	0,1868	0,0020	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,002038		
565	Tp: Z2,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,3989	0,8131	0,0088	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,008870		
566	Tp: Z2,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
567	Tp: Z2,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,4064	0,1868	0,0020	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,002077		
568	Tp: Z2,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,4064	0,8131	0,0090	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,009038		
569	Tp: Z2,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
570	Tp: Z2,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,0605	0,1868	0,0003	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000309		
571	Tp: Z2,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,0605	0,8131	0,0013	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,001345		
572	Tp: Z2,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
573	Tp: Z2,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,0188	0,8131	0,0004	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000418		
574	Tp: Z2,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
575	Tp: Z2,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,1152	0,1868	0,0005	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000589		
576	Tp: Z2,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,1152	0,8131	0,0025	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,002562		
577	Tp: Z2,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
578	Tp: Z3,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3781	0,1868	0,0028	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002807		
579	Tp: Z3,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3781	0,8131	0,0122	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,012213		
580	Tp: Z3,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
581	Tp: Z3,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0203	0,1868	0,0001	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000151		
582	Tp: Z3,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0203	0,8131	0,0006	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000657		
583	Tp: Z3,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
584	Tp: Z3,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3863	0,1868	0,0028	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002868		
585	Tp: Z3,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3863	0,8131	0,0124	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,012481		
586	Tp: Z3,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
587	Tp: Z3,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0844	0,1868	0,0006	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000627		
588	Tp: Z3,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0844	0,8131	0,0027	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002728		
589	Tp: Z3,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
590	Tp: Z3,2; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0119	0,8131	0,0003	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000385		
591	Tp: Z3,2; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
592	Tp: Z3,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0397	0,1188	0,1868	0,0008	49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000882		
593	Tp: Z3,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0397	0,1188	0,8131	0,0038	49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003838		
594	Tp: Z3,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
595	Tp: Z4,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3984	0,1868	0,0029	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,002957		
596	Tp: Z4,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3984	0,8131	0,0128	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,012870		
597	Tp: Z4,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
598	Tp: Z4,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3863	0,1868	0,0028	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,002868		
599	Tp: Z4,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3863	0,8131	0,0124	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,012481		
600	Tp: Z4,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
601	Tp: Z4,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,0963	0,1868	0,0007	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000715		
602	Tp: Z4,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,0963	0,8131	0,0031	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,003112		
603	Tp: Z4,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
604	Tp: Z4,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0397	0,0946	0,1868	0,0007	46,0	3,795	0,5	26,9 (Pass)	50,0	46,5	46,5	1,000	1,000000	0,000703		
605	Tp: Z4,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0397	0,0946	0,8131	0,0030	46,0	3,795	0,5	26,9 (Pass)	50,0	46,5	46,5	1,000	1,000000	0,003059		
606	Tp: Z4,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					46,0	3,795	0,5	26,9 (Pass)	50,0	46,5	46,5	1,000	1,000000			
607	Tp: Z4,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20,49,52	0,0397	0,0241	0,1868	0,0001	45,8	3,806	0,6	26,8 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000179		
608	Tp: Z4,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20,49,52	0,0397	0,0241	0,8131	0,0007	45,8	3,806	0,6	26,8 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000	0,000779		
609	Tp: Z4,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20,49,52					45,8	3,806	0,6	26,8 (Pass)	50,0	46,4	46,4	1,000	1,000000			



	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
611	Tp: Z5,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0157	0,9836	0,8131	0,0125									0,000000	0,000000		
612	Tp: Z5,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
613	Tp: Z5,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0157	0,0163	0,8131	0,0002									0,000000	0,000000		
614	Tp: Z5,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	13,5	n/a	0,000	0,000000			
615	Tp: Z6,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,9060	0,1868	0,0034	46,7	3,716	2,2	30,9 (Pass)	50,0	48,9	48,9	1,000	1,000000	0,003472		
616	Tp: Z6,2; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,9060	0,8131	0,0151	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
617	Tp: Z6,2; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
618	Tp: Z6,2; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
619	Tp: Z6,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,0737	0,1868	0,0002	46,7	3,716	2,2	30,9 (Pass)	50,0	48,9	48,9	1,000	1,000000	0,000283		
620	Tp: Z6,2; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,0737	0,8131	0,0012	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
621	Tp: Z6,2; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
622	Tp: Z6,2; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
623	Tp: Z6,2; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,0201	0,8131	0,0003	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
624	Tp: Z6,2; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
625	Tp: Z6,2; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
626	Tp: Z7,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,4443	0,1868	0,0045	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004519		
627	Tp: Z7,2; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,4443	0,8131	0,0196	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,019664		
628	Tp: Z7,2; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
629	Tp: Z7,2; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
630	Tp: Z7,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,2198	0,1868	0,0022	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002236		
631	Tp: Z7,2; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,2198	0,8131	0,0097	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,009729		
632	Tp: Z7,2; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
633	Tp: Z7,2; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
634	Tp: Z7,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0372	0,1868	0,0003	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000379		
635	Tp: Z7,2; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0372	0,8131	0,0016	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001648		
636	Tp: Z7,2; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
637	Tp: Z7,2; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
638	Tp: Z7,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,1029	0,1868	0,0010	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001047		
639	Tp: Z7,2; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,1029	0,8131	0,0045	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004554		
640	Tp: Z7,2; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
641	Tp: Z7,2; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
642	Tp: Z7,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0291	0,1868	0,0002	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000296		
643	Tp: Z7,2; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0291	0,8131	0,0012	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001288		
644	Tp: Z7,2; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
645	Tp: Z7,2; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
646	Tp: Z7,2; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0510	0,1868	0,0005	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000519		
647	Tp: Z7,2; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0510	0,8131	0,0022	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002259		
648	Tp: Z7,2; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
649	Tp: Z7,2; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
650	Tp: Z7,2; b7; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0890	0,1868	0,0009	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000906		
651	Tp: Z7,2; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0890	0,8131	0,0039	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003941		
652	Tp: Z7,2; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
653	Tp: Z7,2; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
654	Tp: Z7,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0265	0,1868	0,0002	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000270		
655	Tp: Z7,2; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0265	0,8131	0,0011	50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001175		
656	Tp: Z7,2; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
657	Tp: Z7,2; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
658	Tp: Z8,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,4462	0,1868	0,0035	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003500		
659	Tp: Z8,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,4462	0,8131	0,0152	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,014580		
660	Tp: Z8,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
661	Tp: Z8,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,2199	0,1868	0,0017	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001725		
662	Tp: Z8,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,2199	0,8131	0,0075	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,007186		
663	Tp: Z8,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
664	Tp: Z8,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0371	0,1868	0,0002	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000291		
665	Tp: Z8,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0371	0,8131	0,0012	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,001214		
666	Tp: Z8,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
667	Tp: Z8,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,1025	0,1868	0,0008	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000805		
668	Tp: Z8,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,1025	0,8131	0,0035	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,003352		
669	Tp: Z8,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
670	Tp: Z8,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0289	0,1868	0,0002	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000227		
671	Tp: Z8,2; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0289	0,8131	0,0009	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,000946		

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
672	Tp: Z8,2; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
673	Tp: Z8,2; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0507	0,1868	0,0003	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000398		
674	Tp: Z8,2; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0507	0,8131	0,0017	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,001657		
675	Tp: Z8,2; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
676	Tp: Z8,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,1144	0,1868	0,0008	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000898		
677	Tp: Z8,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,1144	0,8131	0,0039	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,003740		
678	Tp: Z8,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
679	Tp: Z9,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,1734	0,1868	0,0008	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000808		
680	Tp: Z9,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,1734	0,8131	0,0035	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,003367		
681	Tp: Z9,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
682	Tp: Z9,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,2444	0,1868	0,0011	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001139		
683	Tp: Z9,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,2444	0,8131	0,0049	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,004743		
684	Tp: Z9,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
685	Tp: Z9,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,5821	0,1868	0,0027	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002712		
686	Tp: Z9,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,5821	0,8131	0,0118	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,011297		
687	Tp: Z9,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
688	Tp: Z10,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,1788	0,1868	0,0006	50,0	3,551	0,0	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000655		
689	Tp: Z10,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,1788	0,8131	0,0028	32,3	0,130	0,0	20,0 (Pass)	32,4	35,4	18,2	1,000	1,000000	0,002850		
690	Tp: Z10,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
691	Tp: Z10,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,2496	0,1868	0,0009	50,0	3,551	0,0	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000914		
692	Tp: Z10,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,2496	0,8131	0,0039	32,3	0,130	0,0	20,0 (Pass)	32,4	35,4	18,2	1,000	1,000000	0,003979		
693	Tp: Z10,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
694	Tp: Z10,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,5715	0,1868	0,0020	50,0	3,551	0,0	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002093		
695	Tp: Z10,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,5715	0,8131	0,0091	32,3	0,130	0,0	20,0 (Pass)	32,4	35,4	18,2	1,000	1,000000	0,009109		
696	Tp: Z10,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
697	Tp: Z11,2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0289	1,0000	0,1868	0,0054	50,0	3,551	0,0	32,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005403		
698	Tp: Z11,2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0289	1,0000	0,8131	0,0235	32,5	0,133	0,0	20,1 (Pass)	32,5	35,4	17,3	1,000	1,000000	0,023512		
699	Tp: Z11,2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
700	Tp: Z1,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,3649	0,1868	0,0009	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
701	Tp: Z1,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,3649	0,8131	0,0040	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
702	Tp: Z1,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
703	Tp: Z1,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,4065	0,1868	0,0010	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
704	Tp: Z1,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,4065	0,8131	0,0045	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
705	Tp: Z1,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
706	Tp: Z1,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,0664	0,1868	0,0001	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
707	Tp: Z1,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,0664	0,8131	0,0007	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
708	Tp: Z1,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
709	Tp: Z1,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,0212	0,8131	0,0002	0,0	0,000	n/a	12,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
710	Tp: Z1,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
711	Tp: Z1,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,1408	0,1868	0,0003	0,0	0,000	n/a	12,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
712	Tp: Z1,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,1408	0,8131	0,0015	0,0	0,000	n/a	12,1 (Invalid param	n/a	31,5	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
713	Tp: Z1,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
714	Tp: Z2,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3709	0,1868	0,0010	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,001064		
715	Tp: Z2,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3709	0,8131	0,0046	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,004630		
716	Tp: Z2,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
717	Tp: Z2,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0201	0,8131	0,0002	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000251		
718	Tp: Z2,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
719	Tp: Z2,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3865	0,1868	0,0011	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,001109		
720	Tp: Z2,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3865	0,8131	0,0048	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,004825		
721	Tp: Z2,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
722	Tp: Z2,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0654	0,1868	0,0001	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000188		
723	Tp: Z2,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0654	0,8131	0,0008	48,4	3,541	0,6	30,3 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000816		
724	Tp: Z2,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
725	Tp: Z2,3; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0153	0,0208	0,8131	0,0002	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000260		
726	Tp: Z2,3; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
727	Tp: Z2,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0153	0,0122	0,8131	0,0001	47,9	3,547	0,8	29,9 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000153		
728	Tp: Z2,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,549	0,0	32,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
729	Tp: Z2,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,20,25,33	0,0153	0,1239	0,1868	0,0003	47,7	3,560	1,0	29,8 (Pass)	50,0	48,6	48,6	1,000	1,000000	0,000356		
730	Tp: Z2,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,20,25,33	0,0153	0,1239	0,8131	0,0015	47,7	3,560	1,0	29,8 (Pass)	50,0	48,6	48,6	1,000	1,000000	0,001547		
731	Tp: Z2,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					49,9	3,566	0,1	32,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
732	Tp: Z3,3; b1; H1 (stbd)</																			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
733	Tp: Z3,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3709	0,8131	0,0008	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000896		
734	Tp: Z3,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
735	Tp: Z3,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3865	0,1868	0,0002	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000215		
736	Tp: Z3,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3865	0,8131	0,0009	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000934		
737	Tp: Z3,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
738	Tp: Z3,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,0862	0,8131	0,0002	46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000	0,000208		
739	Tp: Z3,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
740	Tp: Z3,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0029	0,0983	0,8131	0,0002	46,0	3,795	0,5	26,9 (Pass)	50,0	46,5	46,5	1,000	1,000000	0,000238		
741	Tp: Z3,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					46,0	3,795	0,5	26,9 (Pass)	50,0	46,5	46,5	1,000	1,000000			
742	Tp: Z4,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,3941	0,1868	0,0007	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000723		
743	Tp: Z4,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,3941	0,8131	0,0031									0,000000	0,000000		
744	Tp: Z4,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
745	Tp: Z4,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,3865	0,1868	0,0007	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000709		
746	Tp: Z4,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,3865	0,8131	0,0030									0,000000	0,000000		
747	Tp: Z4,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
748	Tp: Z4,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,0975	0,1868	0,0001	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000179		
749	Tp: Z4,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,0975	0,8131	0,0007									0,000000	0,000000		
750	Tp: Z4,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
751	Tp: Z4,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,20,26	0,0098	0,0968	0,1868	0,0001	42,7	3,945	2,4	25,4 (Pass)	50,0	45,0	45,0	1,000	1,000000	0,000178		
752	Tp: Z4,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0098	0,0968	0,8131	0,0007									0,000000	0,000000		
753	Tp: Z4,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	12,6	n/a	0,000	0,000000			
754	Tp: Z4,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0098	0,0249	0,8131	0,0001									0,000000	0,000000		
755	Tp: Z4,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20,49,5					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	11,1	n/a	0,000	0,000000			
756	Tp: Z5,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0231	0,8938	0,1868	0,0038	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,003861		
757	Tp: Z5,3; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0231	0,8938	0,8131	0,0168									0,000000	0,000000		
758	Tp: Z5,3; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
759	Tp: Z5,3; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
760	Tp: Z5,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0231	0,0824	0,1868	0,0003	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000356		
761	Tp: Z5,3; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0231	0,0824	0,8131	0,0015									0,000000	0,000000		
762	Tp: Z5,3; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
763	Tp: Z5,3; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
764	Tp: Z5,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26,49,5	0,0231	0,0237	0,1868	0,0001	42,7	3,945	2,4	25,5 (Pass)	50,0	45,1	45,1	1,000	1,000000	0,000103		
765	Tp: Z5,3; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0231	0,0237	0,8131	0,0004									0,000000	0,000000		
766	Tp: Z5,3; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	13,5	n/a	0,000	0,000000			
767	Tp: Z5,3; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	13,5	n/a	0,000	0,000000			
768	Tp: Z6,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,4429	0,1868	0,0004	46,7	3,716	2,2	30,9 (Pass)	50,0	48,9	48,9	1,000	1,000000	0,000487		
769	Tp: Z6,3; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,4429	0,8131	0,0021	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
770	Tp: Z6,3; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
771	Tp: Z6,3; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
772	Tp: Z6,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,2197	0,1868	0,0002	46,7	3,716	2,2	30,9 (Pass)	50,0	48,9	48,9	1,000	1,000000	0,000242		
773	Tp: Z6,3; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,2197	0,8131	0,0010	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
774	Tp: Z6,3; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
775	Tp: Z6,3; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
776	Tp: Z6,3; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0372	0,8131	0,0001	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
777	Tp: Z6,3; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
778	Tp: Z6,3; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
779	Tp: Z6,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,1031	0,1868	0,0001	46,7	3,716	2,2	30,9 (Pass)	50,0	48,9	48,9	1,000	1,000000	0,000113		
780	Tp: Z6,3; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,1031	0,8131	0,0004	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
781	Tp: Z6,3; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
782	Tp: Z6,3; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
783	Tp: Z6,3; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0291	0,8131	0,0001	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
784	Tp: Z6,3; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
785	Tp: Z6,3; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
786	Tp: Z6,3; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0512	0,8131	0,0002	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
787	Tp: Z6,3; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
788	Tp: Z6,3; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
789	Tp: Z6,3; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0896	0,8131	0,0004	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
790	Tp: Z6,3; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
791	Tp: Z6,3; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
792	Tp: Z6,3; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0267	0,8131	0,0001	0,0	0,000	n/a	15,9 (Invalid param	n/a	33,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
793	Tp: Z6,3; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
794	Tp: Z6,3; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
795	Tp: Z8,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1540	0,1868	0,0004	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000495		
796	Tp: Z8,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1540	0,8131	0,0021	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,002063		
797	Tp: Z8,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
798	Tp: Z8,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,2250	0,1868	0,0007	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000723		
799	Tp: Z8,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,2250	0,8131	0,0031	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,003014		
800	Tp: Z8,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
801	Tp: Z8,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0642	0,1868	0,0002	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000207		
802	Tp: Z8,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0642	0,8131	0,0008	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,000860		
803	Tp: Z8,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
804	Tp: Z8,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,2197	0,1868	0,0007	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000707		
805	Tp: Z8,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,2197	0,8131	0,0030	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,002943		
806	Tp: Z8,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
807	Tp: Z8,3; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0372	0,1868	0,0001	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000120		
808	Tp: Z8,3; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0372	0,8131	0,0005	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,000499		
809	Tp: Z8,3; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
810	Tp: Z8,3; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1030	0,1868	0,0003	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000331		
811	Tp: Z8,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1030	0,8131	0,0014	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,001380		
812	Tp: Z8,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
813	Tp: Z8,3; b7; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0291	0,8131	0,0004	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,000391		
814	Tp: Z8,3; b7; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
815	Tp: Z8,3; b8; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0512	0,1868	0,0001	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000165		
816	Tp: Z8,3; b8; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0512	0,8131	0,0007	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,000686		
817	Tp: Z8,3; b8; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
818	Tp: Z8,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1162	0,1868	0,0003	50,0	3,751	0,0	33,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000374		
819	Tp: Z8,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1162	0,8131	0,0016	29,3	0,101	0,0	20,7 (Pass)	29,3	35,1	12,7	1,000	0,957300	0,001557		
820	Tp: Z8,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
821	Tp: Z9,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,1647	0,1868	0,0002	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000299		
822	Tp: Z9,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,1647	0,8131	0,0013	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,001251		
823	Tp: Z9,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
824	Tp: Z9,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,2357	0,1868	0,0004	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000428		
825	Tp: Z9,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,2357	0,8131	0,0018	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,001790		
826	Tp: Z9,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
827	Tp: Z9,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,5994	0,1868	0,0010	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001089		
828	Tp: Z9,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,5994	0,8131	0,0047	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,004551		
829	Tp: Z9,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
830	Tp: Z10,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,1539	0,1868	0,0005	50,0	3,551	0,0	32,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000573		
831	Tp: Z10,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,1539	0,8131	0,0024	32,5	0,133	0,0	20,1 (Pass)	32,5	35,4	17,3	1,000	1,000000	0,002494		
832	Tp: Z10,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
833	Tp: Z10,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,2249	0,1868	0,0008	50,0	3,551	0,0	32,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000837		
834	Tp: Z10,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,2249	0,8131	0,0036	32,5	0,133	0,0	20,1 (Pass)	32,5	35,4	17,3	1,000	1,000000	0,003644		
835	Tp: Z10,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
836	Tp: Z10,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,6211	0,1868	0,0023	50,0	3,551	0,0	32,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002312		
837	Tp: Z10,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,6211	0,8131	0,0100	32,5	0,133	0,0	20,1 (Pass)	32,5	35,4	17,3	1,000	1,000000	0,010063		
838	Tp: Z10,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
839	Tp: Z1,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3600	0,1868	0,0003	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
840	Tp: Z1,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3600	0,8131	0,0016	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
841	Tp: Z1,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
842	Tp: Z1,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3868	0,1868	0,0004	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
843	Tp: Z1,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3868	0,8131	0,0017	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
844	Tp: Z1,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
845	Tp: Z1,4; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,0672	0,8131	0,0003	0,0	0,000	n/a	13,0 (Invalid param	n/a	31,9	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
846	Tp: Z1,4; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					49,2	3,555	0,0	30,6 (Pass)	50,0	49,2	49,2	1,000	1,000000			
847	Tp: Z1,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,20,25,3	0,0056	0,1318	0,1868	0,0001	0,0	0,000	n/a	11,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
848	Tp: Z1,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,20,25,3	0,0056	0,1318	0,8131	0,0006	0,0	0,000	n/a	11,6 (Invalid param	n/a	31,1	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
849	Tp: Z1,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3,20					48,9	3,568	0,1	30,4 (Pass)	50,0	49,1	49,1	1,000	1,000000			
850	Tp: Z2,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3668	0,8131	0,0003	44,3	3,773	0,8	24,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000341		
851	Tp: Z2,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					46,3	3,783	0,3	27,1 (Pass)	50,0	46,6	46,6	1,000	1,000000			
852	Tp: Z2,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3866	0,8131	0,0003	44,3	3,773	0,8	24,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000360		
853	Tp: Z2,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage																	

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
855	Tp: Z3,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
856	Tp: Z3,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0007	0,3866	0,8131	0,0002									0,000000	0,000000		
857	Tp: Z3,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
858	Tp: Z4,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,3868	0,1868	0,0007	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000762		
859	Tp: Z4,4; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,3868	0,8131	0,0033									0,000000	0,000000		
860	Tp: Z4,4; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
861	Tp: Z4,4; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
862	Tp: Z4,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,3866	0,1868	0,0007	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000761		
863	Tp: Z4,4; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,3866	0,8131	0,0033									0,000000	0,000000		
864	Tp: Z4,4; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
865	Tp: Z4,4; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
866	Tp: Z4,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,0996	0,1868	0,0001	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000196		
867	Tp: Z4,4; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,0996	0,8131	0,0008									0,000000	0,000000		
868	Tp: Z4,4; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
869	Tp: Z4,4; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
870	Tp: Z4,4; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0118	0,8131	0,0001									0,000000	0,000000		
871	Tp: Z4,4; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	12,6	n/a	0,000	0,000000			
872	Tp: Z4,4; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	12,6	n/a	0,000	0,000000			
873	Tp: Z4,4; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,20,26	0,0105	0,0886	0,1868	0,0001	42,7	3,945	2,4	25,4 (Pass)	50,0	45,0	45,0	1,000	1,000000	0,000175		
874	Tp: Z4,4; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0886	0,8131	0,0007									0,000000	0,000000		
875	Tp: Z4,4; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	12,6	n/a	0,000	0,000000			
876	Tp: Z4,4; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	12,6	n/a	0,000	0,000000			
877	Tp: Z4,4; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0263	0,8131	0,0002									0,000000	0,000000		
878	Tp: Z4,4; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20,49,5					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	11,1	n/a	0,000	0,000000			
879	Tp: Z4,4; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20,49,5					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	11,1	n/a	0,000	0,000000			
880	Tp: Z5,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,4410	0,1868	0,0004	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000418		
881	Tp: Z5,4; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,4410	0,8131	0,0018									0,000000	0,000000		
882	Tp: Z5,4; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
883	Tp: Z5,4; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
884	Tp: Z5,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,2196	0,1868	0,0002	42,9	3,935	2,3	25,6 (Pass)	50,0	45,2	45,2	1,000	1,000000	0,000208		
885	Tp: Z5,4; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,2196	0,8131	0,0009									0,000000	0,000000		
886	Tp: Z5,4; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
887	Tp: Z5,4; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
888	Tp: Z5,4; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0373	0,8131	0,0001									0,000000	0,000000		
889	Tp: Z5,4; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
890	Tp: Z5,4; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
891	Tp: Z5,4; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,1034	0,8131	0,0004									0,000000	0,000000		
892	Tp: Z5,4; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
893	Tp: Z5,4; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
894	Tp: Z5,4; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0293	0,8131	0,0001									0,000000	0,000000		
895	Tp: Z5,4; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
896	Tp: Z5,4; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
897	Tp: Z5,4; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0515	0,8131	0,0002									0,000000	0,000000		
898	Tp: Z5,4; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
899	Tp: Z5,4; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
900	Tp: Z5,4; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0904	0,8131	0,0003									0,000000	0,000000		
901	Tp: Z5,4; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
902	Tp: Z5,4; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	14,7	n/a	0,000	0,000000			
903	Tp: Z5,4; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0050	0,0271	0,8131	0,0001									0,000000	0,000000		
904	Tp: Z5,4; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	13,5	n/a	0,000	0,000000			
905	Tp: Z5,4; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	13,5	n/a	0,000	0,000000			
906	Tp: Z8,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,1533	0,1868	0,0001	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000131		
907	Tp: Z8,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1533	0,8131	0,0005	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000547		
908	Tp: Z8,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
909	Tp: Z8,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,2243	0,1868	0,0001	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000192		
910	Tp: Z8,4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,2243	0,8131	0,0008	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000801		
911	Tp: Z8,4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
912	Tp: Z8,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0641	0,8131	0,0002	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000229		
913	Tp: Z8,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
914	Tp: Z8,4; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,2197	0,1868	0,0001	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000188		
915	Tp: Z8,4; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,2197	0,8131	0,0008	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000784		

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
916	Tp: Z8,4; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
917	Tp: Z8,4; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0373	0,8131	0,0001	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000133		
918	Tp: Z8,4; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
919	Tp: Z8,4; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1033	0,8131	0,0003	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000369		
920	Tp: Z8,4; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
921	Tp: Z8,4; b7; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0292	0,8131	0,0001	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000105		
922	Tp: Z8,4; b7; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
923	Tp: Z8,4; b8; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0514	0,8131	0,0001	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000184		
924	Tp: Z8,4; b8; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
925	Tp: Z8,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,1171	0,1868	0,0001	50,0	3,758	0,0	33,5 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000100		
926	Tp: Z8,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1171	0,8131	0,0004	29,2	0,102	0,0	20,8 (Pass)	29,2	35,2	12,7	1,000	0,960300	0,000418		
927	Tp: Z8,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
928	Tp: Z9,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,1525	0,1868	0,0001	50,0	3,762	0,0	33,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000186		
929	Tp: Z9,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,1525	0,8131	0,0008	29,5	0,107	0,0	21,0 (Pass)	29,5	35,2	12,7	1,000	0,970600	0,000787		
930	Tp: Z9,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
931	Tp: Z9,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,2235	0,1868	0,0002	50,0	3,762	0,0	33,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000273		
932	Tp: Z9,4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,2235	0,8131	0,0011	29,5	0,107	0,0	21,0 (Pass)	29,5	35,2	12,7	1,000	0,970600	0,001154		
933	Tp: Z9,4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
934	Tp: Z9,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,6239	0,1868	0,0007	50,0	3,762	0,0	33,7 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000762		
935	Tp: Z9,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,6239	0,8131	0,0033	29,5	0,107	0,0	21,0 (Pass)	29,5	35,2	12,7	1,000	0,970600	0,003220		
936	Tp: Z9,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					32,2	0,128	0,0	19,9 (Pass)	32,2	35,4	17,3	1,000	1,000000			
937	Attained partial index Ap							0,9912										0,839730	0,563520	Pass
938																				
939	Light service draft Loadcase																			
940	Tl: Z1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16	0,0345	1,0000	0,2977	0,0102	36,2	0,502	0,0	19,3 (Pass)	44,6	36,2	23,6	1,000	1,000000	0,010275		
941	Tl: Z1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16	0,0345	1,0000	0,7022	0,0242	36,2	0,502	0,0	19,3 (Pass)	44,6	36,2	23,6	1,000	1,000000	0,024233		
942	Tl: Z1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
943	Tl: Z2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0191	0,9136	0,2977	0,0052	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005204		
944	Tl: Z2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0191	0,9136	0,7022	0,0122	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,012272		
945	Tl: Z2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
946	Tl: Z2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0191	0,0863	0,2977	0,0004	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000492		
947	Tl: Z2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0191	0,0863	0,7022	0,0011	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001159		
948	Tl: Z2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
949	Tl: Z3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4630	0,2977	0,0026	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002637		
950	Tl: Z3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4630	0,7022	0,0062	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006219		
951	Tl: Z3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
952	Tl: Z3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4015	0,2977	0,0022	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002287		
953	Tl: Z3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,4015	0,7022	0,0053	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005394		
954	Tl: Z3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
955	Tl: Z3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0634	0,2977	0,0003	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000361		
956	Tl: Z3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0634	0,7022	0,0008	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000852		
957	Tl: Z3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
958	Tl: Z3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0719	0,2977	0,0004	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000410		
959	Tl: Z3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0191	0,0719	0,7022	0,0009	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000967		
960	Tl: Z3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
961	Tl: Z4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,4145	0,2977	0,0093	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,009385		
962	Tl: Z4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,4145	0,7022	0,0221	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,022133		
963	Tl: Z4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
964	Tl: Z4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,3857	0,2977	0,0087	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,008733		
965	Tl: Z4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,3857	0,7022	0,0205	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,020595		
966	Tl: Z4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
967	Tl: Z4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,0917	0,2977	0,0020	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002078		
968	Tl: Z4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0760	0,0917	0,7022	0,0049	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004901		
969	Tl: Z4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
970	Tl: Z4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0760	0,1078	0,2977	0,0024	49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002442		
971	Tl: Z4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0760	0,1078	0,7022	0,0057	49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005758		
972	Tl: Z4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
973	Tl: Z5; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0191	0,9903	0,2977	0,0056	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005640		
974	Tl: Z5; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0191	0,9903	0,7022	0,0133	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,013302		
975	Tl: Z5; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
976	Tl: Z5; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,49,52	0,0191	0,0096	0,7022	0,0001	49,5	4,347	0,5	29,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000130		



	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
977	Tl: Z5; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,49,52					49,5	4,347	0,5	29,3 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
978	Tl: Z6; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0051	0,9999	0,2977	0,0015	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001525		
979	Tl: Z6; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0051	0,9999	0,7022	0,0035	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,003597		
980	Tl: Z6; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
981	Tl: Z7; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,9192	0,2977	0,0109	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,010939		
982	Tl: Z7; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,9192	0,7022	0,0257	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,025798		
983	Tl: Z7; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
984	Tl: Z7; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0644	0,2977	0,0007	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000767		
985	Tl: Z7; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0644	0,7022	0,0018	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001809		
986	Tl: Z7; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
987	Tl: Z7; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0163	0,2977	0,0001	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000194		
988	Tl: Z7; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0399	0,0163	0,7022	0,0004	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000459		
989	Tl: Z7; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
990	Tl: Z8; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,4509	0,2977	0,0248	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,024835		
991	Tl: Z8; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,4509	0,7022	0,0585	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,058569		
992	Tl: Z8; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
993	Tl: Z8; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,2201	0,2977	0,0121	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,012125		
994	Tl: Z8; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,2201	0,7022	0,0285	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,028595		
995	Tl: Z8; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
996	Tl: Z8; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0370	0,2977	0,0020	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002038		
997	Tl: Z8; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0370	0,7022	0,0048	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004807		
998	Tl: Z8; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
999	Tl: Z8; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1017	0,2977	0,0056	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005605		
1000	Tl: Z8; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1017	0,7022	0,0132	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,013218		
1001	Tl: Z8; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1002	Tl: Z8; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0286	0,2977	0,0015	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001576		
1003	Tl: Z8; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0286	0,7022	0,0037	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003716		
1004	Tl: Z8; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1005	Tl: Z8; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0499	0,2977	0,0027	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002751		
1006	Tl: Z8; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,0499	0,7022	0,0064	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006488		
1007	Tl: Z8; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1008	Tl: Z8; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1115	0,2977	0,0061	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006146		
1009	Tl: Z8; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,1849	0,1115	0,7022	0,0144	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,014494		
1010	Tl: Z8; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1011	Tl: Z9; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0169	1,0000	0,2977	0,0050	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005050		
1012	Tl: Z9; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0169	1,0000	0,7022	0,0119	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,011910		
1013	Tl: Z9; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1014	Tl: Z10; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2094	0,2977	0,0010	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001058		
1015	Tl: Z10; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2094	0,7022	0,0024	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002494		
1016	Tl: Z10; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1017	Tl: Z10; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2783	0,2977	0,0014	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001406		
1018	Tl: Z10; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,2783	0,7022	0,0033	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003315		
1019	Tl: Z10; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1020	Tl: Z10; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,5122	0,2977	0,0025	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002587		
1021	Tl: Z10; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0169	0,5122	0,7022	0,0061	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,006101		
1022	Tl: Z10; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1023	Tl: Z11; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0094	1,0000	0,2977	0,0028	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002812		
1024	Tl: Z11; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0094	1,0000	0,7022	0,0066	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,006631		
1025	Tl: Z11; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1026	Tl: Z12; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2	0,0538	1,0000	0,2977	0,0160	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,016022		
1027	Tl: Z12; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,10,11,12	0,0538	1,0000	0,7022	0,0377	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,037786		
1028	Tl: Z12; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1029	Tl: Z1,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0342	0,8424	0,2977	0,0085	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,008591		
1030	Tl: Z1,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0342	0,8424	0,7022	0,0202	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,020261		
1031	Tl: Z1,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1032	Tl: Z1,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0342	0,1575	0,2977	0,0016	31,7	0,340	3,6	17,6 (Pass)	40,5	35,3	22,7	1,000	1,000000	0,001606		
1033	Tl: Z1,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0342	0,1575	0,7022	0,0037	31,7	0,340	3,6	17,6 (Pass)	40,5	35,3	22,7	1,000	1,000000	0,003789		
1034	Tl: Z1,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1035	Tl: Z2,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,3989	0,2977	0,0032	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003248		
1036	Tl: Z2,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,3989	0,7022	0,0076	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007660		
1037	Tl: Z2,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1038	Tl: Z2,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,4064	0,2977	0,0033	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003310		
1039	Tl: Z2,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,4064	0,7022	0,0078	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007805		
1040	Tl: Z2,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1041	Tl: Z2,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,0605	0,2977	0,0004	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000493		
1042	Tl: Z2,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0273	0,0605	0,7022	0,0011	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001162		
1043	Tl: Z2,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1044	Tl: Z2,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,0188	0,2977	0,0001	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000153		
1045	Tl: Z2,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,0188	0,7022	0,0003	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000361		
1046	Tl: Z2,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1047	Tl: Z2,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,1152	0,2977	0,0009	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000938		
1048	Tl: Z2,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0273	0,1152	0,7022	0,0022	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002213		
1049	Tl: Z2,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1050	Tl: Z3,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3781	0,2977	0,0044	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004472		
1051	Tl: Z3,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3781	0,7022	0,0105	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,010547		
1052	Tl: Z3,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1053	Tl: Z3,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0203	0,2977	0,0002	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000241		
1054	Tl: Z3,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0203	0,7022	0,0005	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000567		
1055	Tl: Z3,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1056	Tl: Z3,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3863	0,2977	0,0045	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004570		
1057	Tl: Z3,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,3863	0,7022	0,0107	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,010778		
1058	Tl: Z3,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1059	Tl: Z3,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0844	0,2977	0,0009	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000999		
1060	Tl: Z3,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0844	0,7022	0,0023	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002356		
1061	Tl: Z3,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1062	Tl: Z3,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0119	0,2977	0,0001	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000141		
1063	Tl: Z3,2; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0397	0,0119	0,7022	0,0003	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000332		
1064	Tl: Z3,2; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1065	Tl: Z3,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0397	0,1188	0,2977	0,0014	49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001405		
1066	Tl: Z3,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	20	0,0397	0,1188	0,7022	0,0033	49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003314		
1067	Tl: Z3,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1068	Tl: Z4,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3984	0,2977	0,0047	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004713		
1069	Tl: Z4,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3984	0,7022	0,0111	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,011115		
1070	Tl: Z4,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1071	Tl: Z4,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3863	0,2977	0,0045	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004570		
1072	Tl: Z4,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,3863	0,7022	0,0107	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,010778		
1073	Tl: Z4,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1074	Tl: Z4,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,0963	0,2977	0,0011	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001140		
1075	Tl: Z4,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0397	0,0963	0,7022	0,0026	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002688		
1076	Tl: Z4,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1077	Tl: Z4,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0397	0,0946	0,2977	0,0011	49,5	4,351	0,5	29,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001120		
1078	Tl: Z4,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0397	0,0946	0,7022	0,0026	49,5	4,351	0,5	29,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002641		
1079	Tl: Z4,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					49,5	4,351	0,5	29,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1080	Tl: Z4,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20,49,52	0,0397	0,0241	0,2977	0,0002	49,3	4,375	0,7	29,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000285		
1081	Tl: Z4,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20,49,52	0,0397	0,0241	0,7022	0,0006	49,3	4,375	0,7	29,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000673		
1082	Tl: Z4,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20,49,52					49,3	4,375	0,7	29,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1083	Tl: Z5,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0157	0,9836	0,2977	0,0046	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,004603		
1084	Tl: Z5,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0157	0,9836	0,7022	0,0108	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1085	Tl: Z5,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1086	Tl: Z5,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0157	0,0163	0,7022	0,0001									0,000000	0,000000		
1087	Tl: Z5,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					11,9	0,024	6,1	1,9 (Fail)	18,0	25,3	11,8	1,000	0,000000			
1088	Tl: Z6,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,9060	0,2977	0,0055	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005533		
1089	Tl: Z6,2; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,9060	0,7022	0,0130	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,013048		
1090	Tl: Z6,2; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1091	Tl: Z6,2; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1092	Tl: Z6,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,0737	0,2977	0,0004	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000451		
1093	Tl: Z6,2; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,0737	0,7022	0,0010	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,001063		
1094	Tl: Z6,2; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1095	Tl: Z6,2; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1096	Tl: Z6,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0205	0,0201	0,2977	0,0001	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000123		
1097	Tl: Z6,2; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0205	0,0201	0,7022	0,0002	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000290		
1098	Tl: Z6,2; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9											



	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1099	Tl: Z6,2; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1100	Tl: Z7,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,4443	0,2977	0,0072	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,007201		
1101	Tl: Z7,2; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,4443	0,7022	0,0169	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,016982		
1102	Tl: Z7,2; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1103	Tl: Z7,2; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1104	Tl: Z7,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,2198	0,2977	0,0035	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003563		
1105	Tl: Z7,2; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,2198	0,7022	0,0084	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,008402		
1106	Tl: Z7,2; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1107	Tl: Z7,2; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1108	Tl: Z7,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0372	0,2977	0,0006	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000603		
1109	Tl: Z7,2; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0372	0,7022	0,0014	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001423		
1110	Tl: Z7,2; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1111	Tl: Z7,2; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1112	Tl: Z7,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,1029	0,2977	0,0016	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001668		
1113	Tl: Z7,2; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,1029	0,7022	0,0039	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003933		
1114	Tl: Z7,2; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1115	Tl: Z7,2; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1116	Tl: Z7,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0291	0,2977	0,0004	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000472		
1117	Tl: Z7,2; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0291	0,7022	0,0011	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001112		
1118	Tl: Z7,2; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1119	Tl: Z7,2; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1120	Tl: Z7,2; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0510	0,2977	0,0008	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000827		
1121	Tl: Z7,2; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0510	0,7022	0,0019	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001951		
1122	Tl: Z7,2; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1123	Tl: Z7,2; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1124	Tl: Z7,2; b7; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0890	0,2977	0,0014	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001443		
1125	Tl: Z7,2; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0890	0,7022	0,0034	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003404		
1126	Tl: Z7,2; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1127	Tl: Z7,2; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1128	Tl: Z7,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0265	0,2977	0,0004	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000430		
1129	Tl: Z7,2; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	Intact	0,0544	0,0265	0,7022	0,0010	50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001015		
1130	Tl: Z7,2; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1131	Tl: Z7,2; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1132	Tl: Z8,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,4462	0,2977	0,0055	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,005577		
1133	Tl: Z8,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,4462	0,7022	0,0131	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,013153		
1134	Tl: Z8,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1135	Tl: Z8,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,2199	0,2977	0,0027	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,002749		
1136	Tl: Z8,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,2199	0,7022	0,0064	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,006483		
1137	Tl: Z8,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1138	Tl: Z8,2; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0371	0,2977	0,0004	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000464		
1139	Tl: Z8,2; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0371	0,7022	0,0010	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001095		
1140	Tl: Z8,2; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1141	Tl: Z8,2; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,1025	0,2977	0,0012	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001282		
1142	Tl: Z8,2; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,1025	0,7022	0,0030	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,003024		
1143	Tl: Z8,2; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1144	Tl: Z8,2; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0289	0,2977	0,0003	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000362		
1145	Tl: Z8,2; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0289	0,7022	0,0008	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000854		
1146	Tl: Z8,2; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1147	Tl: Z8,2; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,0507	0,2977	0,0006	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000634		
1148	Tl: Z8,2; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,0507	0,7022	0,0014	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001495		
1149	Tl: Z8,2; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1150	Tl: Z8,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0419	0,1144	0,2977	0,0014	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001431		
1151	Tl: Z8,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0419	0,1144	0,7022	0,0033	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,003374		
1152	Tl: Z8,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1153	Tl: Z9,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,1734	0,2977	0,0012	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001288		
1154	Tl: Z9,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,1734	0,7022	0,0030	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,003037		
1155	Tl: Z9,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1156	Tl: Z9,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,2444	0,2977	0,0018	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001814		
1157	Tl: Z9,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,2444	0,7022	0,0042	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,004279		
1158	Tl: Z9,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1159	Tl: Z9,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0249	0,5821	0,2977	0,0043	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004321		

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1160	Tl: Z9,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0249	0,5821	0,7022	0,0101	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,010191		
1161	Tl: Z9,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1162	Tl: Z10,2; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,1788	0,2977	0,0010	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001044		
1163	Tl: Z10,2; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,1788	0,7022	0,0024	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,002462		
1164	Tl: Z10,2; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1165	Tl: Z10,2; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,2496	0,2977	0,0014	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001457		
1166	Tl: Z10,2; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,2496	0,7022	0,0034	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,003436		
1167	Tl: Z10,2; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1168	Tl: Z10,2; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,40	0,0196	0,5715	0,2977	0,0033	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003336		
1169	Tl: Z10,2; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	9,16,40	0,0196	0,5715	0,7022	0,0078	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,007867		
1170	Tl: Z10,2; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1171	Tl: Z11,2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0289	1,0000	0,2977	0,0086	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,008610		
1172	Tl: Z11,2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0289	1,0000	0,7022	0,0203	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,020306		
1173	Tl: Z11,2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1174	Tl: Z1,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,3649	0,2977	0,0014	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,001481		
1175	Tl: Z1,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,3649	0,7022	0,0034	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,003492		
1176	Tl: Z1,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1177	Tl: Z1,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,4065	0,2977	0,0016	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,001649		
1178	Tl: Z1,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,4065	0,7022	0,0038	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,003890		
1179	Tl: Z1,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1180	Tl: Z1,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,0664	0,2977	0,0002	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,000270		
1181	Tl: Z1,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0136	0,0664	0,7022	0,0006	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,000636		
1182	Tl: Z1,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1183	Tl: Z1,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,0212	0,7022	0,0002	31,7	0,340	3,6	17,6 (Pass)	40,5	35,3	22,7	1,000	1,000000	0,000203		
1184	Tl: Z1,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1185	Tl: Z1,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,1408	0,2977	0,0005	31,7	0,340	3,6	17,6 (Pass)	40,5	35,3	22,7	1,000	1,000000	0,000571		
1186	Tl: Z1,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,25,33	0,0136	0,1408	0,7022	0,0013	31,7	0,340	3,6	17,6 (Pass)	40,5	35,3	22,7	1,000	1,000000	0,001347		
1187	Tl: Z1,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1188	Tl: Z2,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3709	0,2977	0,0016	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001695		
1189	Tl: Z2,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3709	0,7022	0,0039	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003998		
1190	Tl: Z2,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1191	Tl: Z2,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0201	0,7022	0,0002	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000217		
1192	Tl: Z2,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1193	Tl: Z2,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3865	0,2977	0,0017	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001767		
1194	Tl: Z2,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,3865	0,7022	0,0041	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,004167		
1195	Tl: Z2,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1196	Tl: Z2,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0654	0,2977	0,0002	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000299		
1197	Tl: Z2,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,33	0,0153	0,0654	0,7022	0,0007	49,3	3,975	0,7	32,6 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000705		
1198	Tl: Z2,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1199	Tl: Z2,3; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0153	0,0208	0,7022	0,0002	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000224		
1200	Tl: Z2,3; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1201	Tl: Z2,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,25,33	0,0153	0,0122	0,7022	0,0001	49,1	3,998	0,9	32,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000132		
1202	Tl: Z2,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	Intact					50,0	3,939	0,0	35,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1203	Tl: Z2,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,20,25,33	0,0153	0,1239	0,2977	0,0005	48,9	4,026	1,1	31,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000567		
1204	Tl: Z2,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,18,20,25,33	0,0153	0,1239	0,7022	0,0013	48,9	4,026	1,1	31,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001336		
1205	Tl: Z2,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	20					49,8	3,967	0,2	34,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1206	Tl: Z3,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3709	0,2977	0,0003	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000328		
1207	Tl: Z3,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3709	0,7022	0,0007	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000774		
1208	Tl: Z3,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1209	Tl: Z3,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3865	0,2977	0,0003	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000342		
1210	Tl: Z3,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,3865	0,7022	0,0008	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000806		
1211	Tl: Z3,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1212	Tl: Z3,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13	0,0029	0,0862	0,7022	0,0001	49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000180		
1213	Tl: Z3,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1214	Tl: Z3,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,20	0,0029	0,0983	0,7022	0,0002	49,5	4,351	0,5	29,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000205		
1215	Tl: Z3,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,20					49,5	4,351	0,5	29,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1216	Tl: Z4,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,3941	0,2977	0,0011	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,001152		
1217	Tl: Z4,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,3941	0,7022	0,0027	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1218	Tl: Z4,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1219	Tl: Z4,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,3865	0,2977	0,0011	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1221	Tl: Z4,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1222	Tl: Z4,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0098	0,0975	0,2977	0,0002	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000285		
1223	Tl: Z4,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0098	0,0975	0,7022	0,0006	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1224	Tl: Z4,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1225	Tl: Z4,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,20,26	0,0098	0,0968	0,2977	0,0002	46,0	4,602	2,8	27,5 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000283		
1226	Tl: Z4,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0098	0,0968	0,7022	0,0006									0,000000	0,000000		
1227	Tl: Z4,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					9,6	0,015	6,7	1,4 (Fail)	16,3	24,8	11,8	1,000	0,000000			
1228	Tl: Z4,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0098	0,0249	0,7022	0,0001									0,000000	0,000000		
1229	Tl: Z4,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20,49,5					0,0	0,000	n/a	0,7 (Invalid parame	n/a	24,2	n/a	0,000	0,000000			
1230	Tl: Z5,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0231	0,8938	0,2977	0,0061	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,006152		
1231	Tl: Z5,3; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0231	0,8938	0,7022	0,0145	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1232	Tl: Z5,3; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1233	Tl: Z5,3; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1234	Tl: Z5,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0231	0,0824	0,2977	0,0005	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000567		
1235	Tl: Z5,3; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0231	0,0824	0,7022	0,0013	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1236	Tl: Z5,3; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1237	Tl: Z5,3; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1238	Tl: Z5,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26,49,5	0,0231	0,0237	0,2977	0,0001	46,0	4,600	2,8	27,6 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000163		
1239	Tl: Z5,3; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,26,4	0,0231	0,0237	0,7022	0,0003									0,000000	0,000000		
1240	Tl: Z5,3; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					11,9	0,024	6,1	1,9 (Fail)	18,0	25,3	11,8	1,000	0,000000			
1241	Tl: Z5,3; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,49,52					11,9	0,024	6,1	1,9 (Fail)	18,0	25,3	11,8	1,000	0,000000			
1242	Tl: Z6,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,4429	0,2977	0,0007	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000777		
1243	Tl: Z6,3; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,4429	0,7022	0,0018	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,001832		
1244	Tl: Z6,3; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1245	Tl: Z6,3; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1246	Tl: Z6,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,2197	0,2977	0,0003	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000385		
1247	Tl: Z6,3; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,2197	0,7022	0,0009	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000909		
1248	Tl: Z6,3; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1249	Tl: Z6,3; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1250	Tl: Z6,3; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0372	0,7022	0,0001	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000154		
1251	Tl: Z6,3; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1252	Tl: Z6,3; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1253	Tl: Z6,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,1031	0,2977	0,0001	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000181		
1254	Tl: Z6,3; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,1031	0,7022	0,0004	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000426		
1255	Tl: Z6,3; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1256	Tl: Z6,3; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1257	Tl: Z6,3; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0291	0,7022	0,0001	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000121		
1258	Tl: Z6,3; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1259	Tl: Z6,3; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1260	Tl: Z6,3; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0512	0,7022	0,0002	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000212		
1261	Tl: Z6,3; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1262	Tl: Z6,3; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1263	Tl: Z6,3; b7; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,26	0,0058	0,0896	0,2977	0,0001	47,8	4,204	2,2	33,2 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000157		
1264	Tl: Z6,3; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0896	0,7022	0,0003	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000371		
1265	Tl: Z6,3; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1266	Tl: Z6,3; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1267	Tl: Z6,3; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	14,16,26	0,0058	0,0267	0,7022	0,0001	29,6	0,400	7,0	20,7 (Pass)	45,0	36,5	27,3	1,000	1,000000	0,000111		
1268	Tl: Z6,3; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1269	Tl: Z6,3; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1270	Tl: Z8,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1540	0,2977	0,0007	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000789		
1271	Tl: Z8,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1540	0,7022	0,0018	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001861		
1272	Tl: Z8,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1273	Tl: Z8,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,2250	0,2977	0,0011	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001153		
1274	Tl: Z8,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,2250	0,7022	0,0027	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,002719		
1275	Tl: Z8,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1276	Tl: Z8,3; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0642	0,2977	0,0003	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000329		
1277	Tl: Z8,3; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0642	0,7022	0,0007	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000776		
1278	Tl: Z8,3; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1279	Tl: Z8,3; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,2197	0,2977	0,0011	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001126		
1280	Tl: Z8,3; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,2197	0,7022	0,0026	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,002655		
1281	Tl: Z8,3; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1282	Tl: Z8,3; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0372	0,2977	0,0001	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000191		
1283	Tl: Z8,3; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0372	0,7022	0,0004	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000450		
1284	Tl: Z8,3; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1285	Tl: Z8,3; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1030	0,2977	0,0005	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000528		
1286	Tl: Z8,3; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1030	0,7022	0,0012	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001245		
1287	Tl: Z8,3; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1288	Tl: Z8,3; b7; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0291	0,2977	0,0001	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000149		
1289	Tl: Z8,3; b7; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0291	0,7022	0,0003	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000353		
1290	Tl: Z8,3; b7; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1291	Tl: Z8,3; b8; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,0512	0,2977	0,0002	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000262		
1292	Tl: Z8,3; b8; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,0512	0,7022	0,0006	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000619		
1293	Tl: Z8,3; b8; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1294	Tl: Z8,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,39	0,0172	0,1162	0,2977	0,0005	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000595		
1295	Tl: Z8,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,15,16,39	0,0172	0,1162	0,7022	0,0014	38,7	0,767	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001404		
1296	Tl: Z8,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1297	Tl: Z9,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,1647	0,2977	0,0004	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000477		
1298	Tl: Z9,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,1647	0,7022	0,0011	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001125		
1299	Tl: Z9,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1300	Tl: Z9,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,2357	0,2977	0,0006	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000683		
1301	Tl: Z9,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,2357	0,7022	0,0016	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001610		
1302	Tl: Z9,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1303	Tl: Z9,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0097	0,5994	0,2977	0,0017	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001735		
1304	Tl: Z9,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0097	0,5994	0,7022	0,0040	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,004093		
1305	Tl: Z9,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1306	Tl: Z10,3; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,1539	0,2977	0,0009	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000913		
1307	Tl: Z10,3; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,1539	0,7022	0,0021	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,002154		
1308	Tl: Z10,3; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1309	Tl: Z10,3; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,2249	0,2977	0,0013	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001334		
1310	Tl: Z10,3; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,2249	0,7022	0,0031	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,003147		
1311	Tl: Z10,3; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1312	Tl: Z10,3; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,40	0,0199	0,6211	0,2977	0,0036	50,0	3,939	0,0	35,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,003685		
1313	Tl: Z10,3; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,9,10,11,12,16,	0,0199	0,6211	0,7022	0,0086	38,9	0,771	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000	0,008690		
1314	Tl: Z10,3; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1315	Tl: Z1,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3600	0,2977	0,0006	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,000609		
1316	Tl: Z1,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3600	0,7022	0,0014	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,001436		
1317	Tl: Z1,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1318	Tl: Z1,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3868	0,2977	0,0006	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,000654		
1319	Tl: Z1,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,3868	0,7022	0,0015	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,001543		
1320	Tl: Z1,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1321	Tl: Z1,4; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,0672	0,2977	0,0001	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,000114		
1322	Tl: Z1,4; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,33	0,0056	0,0672	0,7022	0,0002	33,3	0,399	2,4	18,5 (Pass)	42,2	35,7	23,6	1,000	1,000000	0,000268		
1323	Tl: Z1,4; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3					50,0	3,979	0,0	33,1 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1324	Tl: Z1,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,20,25,3	0,0056	0,1318	0,2977	0,0002	30,6	0,308	4,4	17,1 (Pass)	39,5	34,9	22,7	1,000	1,000000	0,000223		
1325	Tl: Z1,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,16,18,20,25,3	0,0056	0,1318	0,7022	0,0005	30,6	0,308	4,4	17,1 (Pass)	39,5	34,9	22,7	1,000	1,000000	0,000526		
1326	Tl: Z1,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	3,20					49,8	4,008	0,2	32,8 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1327	Tl: Z2,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3668	0,2977	0,0001	48,2	4,357	1,0	26,8 (Pass)	50,0	49,1	49,1	1,000	1,000000	0,000125		
1328	Tl: Z2,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3668	0,7022	0,0002	48,2	4,357	1,0	26,8 (Pass)	50,0	49,1	49,1	1,000	1,000000	0,000295		
1329	Tl: Z2,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1330	Tl: Z2,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3866	0,2977	0,0001	48,2	4,357	1,0	26,8 (Pass)	50,0	49,1	49,1	1,000	1,000000	0,000132		
1331	Tl: Z2,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	3,4,13,33	0,0011	0,3866	0,7022	0,0003	48,2	4,357	1,0	26,8 (Pass)	50,0	49,1	49,1	1,000	1,000000	0,000311		
1332	Tl: Z2,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13					49,7	4,323	0,3	29,4 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000			
1333	Tl: Z3,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0007	0,3686	0,7022	0,0002	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1334	Tl: Z3,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1335	Tl: Z3,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0007	0,3866	0,7022	0,0002	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1336	Tl: Z3,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1337	Tl: Z4,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,3868	0,2977	0,0012	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,001214		
1338	Tl: Z4,4; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,3868	0,7022	0,0028	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1339	Tl: Z4,4; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1340	Tl: Z4,4; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	1					

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1343	Tl: Z4,4; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1344	Tl: Z4,4; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1345	Tl: Z4,4; b3; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0105	0,0996	0,2977	0,0003	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000313		
1346	Tl: Z4,4; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0105	0,0996	0,7022	0,0007	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1347	Tl: Z4,4; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1348	Tl: Z4,4; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1349	Tl: Z4,4; b5; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,20,26	0,0105	0,0886	0,2977	0,0002	46,0	4,602	2,8	27,5 (Pass)	50,0	48,8	48,8	1,000	1,000000	0,000278		
1350	Tl: Z4,4; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0886	0,7022	0,0006									0,000000	0,000000		
1351	Tl: Z4,4; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					9,6	0,015	6,7	1,4 (Fail)	16,3	24,8	11,8	1,000	0,000000			
1352	Tl: Z4,4; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20					9,6	0,015	6,7	1,4 (Fail)	16,3	24,8	11,8	1,000	0,000000			
1353	Tl: Z4,4; bx; Hx; Alt.1/3 (stbd)	Trim limit excee	Final stage*	4,13,14,16,20,2	0,0105	0,0263	0,7022	0,0001									0,000000	0,000000		
1354	Tl: Z4,4; bx; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20,49,5					0,0	0,000	n/a	0,7 (Invalid parame	n/a	24,2	n/a	0,000	0,000000			
1355	Tl: Z4,4; bx; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16,20,49,5					0,0	0,000	n/a	0,7 (Invalid parame	n/a	24,2	n/a	0,000	0,000000			
1356	Tl: Z5,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,4410	0,2977	0,0006	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000666		
1357	Tl: Z5,4; b1; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,4410	0,7022	0,0015	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1358	Tl: Z5,4; b1; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1359	Tl: Z5,4; b1; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1360	Tl: Z5,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,2196	0,2977	0,0003	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000332		
1361	Tl: Z5,4; b2; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,2196	0,7022	0,0007	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1362	Tl: Z5,4; b2; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1363	Tl: Z5,4; b2; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1364	Tl: Z5,4; b3; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0373	0,7022	0,0001	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1365	Tl: Z5,4; b3; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1366	Tl: Z5,4; b3; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1367	Tl: Z5,4; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,1034	0,2977	0,0001	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000156		
1368	Tl: Z5,4; b4; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,1034	0,7022	0,0003	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1369	Tl: Z5,4; b4; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1370	Tl: Z5,4; b4; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1371	Tl: Z5,4; b5; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0293	0,7022	0,0001	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1372	Tl: Z5,4; b5; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1373	Tl: Z5,4; b5; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1374	Tl: Z5,4; b6; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0515	0,7022	0,0001	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1375	Tl: Z5,4; b6; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1376	Tl: Z5,4; b6; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1377	Tl: Z5,4; b7; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,26	0,0050	0,0904	0,2977	0,0001	46,3	4,580	2,7	27,7 (Pass)	50,0	49,0	49,0	1,000	1,000000	0,000137		
1378	Tl: Z5,4; b7; Hx; Alt.1/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	4,13,14,16,26	0,0050	0,0904	0,7022	0,0003	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parame	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
1379	Tl: Z5,4; b7; Hx; Alt.2/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1380	Tl: Z5,4; b7; Hx; Alt.3/3 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	4,13,16					17,5	0,053	3,4	2,6 (Fail)	20,9	25,8	12,7	1,000	0,000000			
1381	Tl: Z8,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,1533	0,2977	0,0002	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000209		
1382	Tl: Z8,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1533	0,7022	0,0004	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000492		
1383	Tl: Z8,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1384	Tl: Z8,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,2243	0,2977	0,0003	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000305		
1385	Tl: Z8,4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,2243	0,7022	0,0007	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000720		
1386	Tl: Z8,4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1387	Tl: Z8,4; b3; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0641	0,7022	0,0002	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000206		
1388	Tl: Z8,4; b3; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1389	Tl: Z8,4; b4; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,2197	0,2977	0,0002	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000299		
1390	Tl: Z8,4; b4; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,2197	0,7022	0,0007	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000705		
1391	Tl: Z8,4; b4; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1392	Tl: Z8,4; b5; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0373	0,7022	0,0001	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000120		
1393	Tl: Z8,4; b5; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1394	Tl: Z8,4; b6; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,1033	0,2977	0,0001	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000141		
1395	Tl: Z8,4; b6; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1033	0,7022	0,0003	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000332		
1396	Tl: Z8,4; b6; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1397	Tl: Z8,4; b8; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,0514	0,7022	0,0001	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000165		
1398	Tl: Z8,4; b8; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1399	Tl: Z8,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,39,40	0,0045	0,1171	0,2977	0,0001	50,0	4,084	0,0	35,9 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000159		
1400	Tl: Z8,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	5,6,9,15,16,39,4	0,0045	0,1171	0,7022	0,0003	38,7	0,770	0,0	24,1 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,000376		
1401	Tl: Z8,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1402	Tl: Z9,4; b1; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,1525	0,2977	0,0002	50,0	4,084	0,0	36,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000297		
1403	Tl: Z9,4; b1; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,00															

	Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p facto	r factor	v facto	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishi ng stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/F
1404	Tl: Z9,4; b1; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1405	Tl: Z9,4; b2; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,2235	0,2977	0,0004	50,0	4,084	0,0	36,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,000435		
1406	Tl: Z9,4; b2; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,2235	0,7022	0,0010	38,7	0,773	0,0	24,2 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,001026		
1407	Tl: Z9,4; b2; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1408	Tl: Z9,4; bx; H1 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,15,39,40	0,0065	0,6239	0,2977	0,0012	50,0	4,084	0,0	36,0 (Pass)	50,0	n/a	50,0	1,000	1,000000	0,001215		
1409	Tl: Z9,4; bx; Hx; Alt.1/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage*	2,5,6,9,10,11,12	0,0065	0,6239	0,7022	0,0028	38,7	0,773	0,0	24,2 (Pass)	50,0	38,7	23,6	1,000	1,000000	0,002865		
1410	Tl: Z9,4; bx; Hx; Alt.2/2 (stbd)	GZ curve compl	Final stage	10,11,12,16					38,9	0,770	0,0	23,5 (Pass)	50,0	38,9	26,4	1,000	1,000000			
1411	Attained partial index AI							0,9912										0,945891	0,563520	Pass
1412																				
1413	Attained subdivision index																	0,782290	0,626133	Pass
1414	MSC.216(82)																			Pass



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto 17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº6:**

**PREDICCIÓN DE POTENCIA. DISEÑO DE PROPULSORES  
Y TIMONES**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018

## Cdno.6 Predicción de potencia. Diseño de propulsores y timones

---

### RESUMEN

Este cuaderno trata la selección de la maquinaria propulsora partiendo de la estimación de la resistencia de avance mediante el software NAVCAD, definición del número y características principales de los propulsores. Además se realizará el estudio del timón sobre la forma, número y disposición de los mismos. Se justifica el cumplimiento de los requerimientos IMO con el cálculo de los índices de maniobrabilidad.

Este caderno trata sobre a selección da maquinaria de propulsión baseada na estimación da resistencia de avance usando o software NAVCAD, a definición do número e as características principais das hélices. Ademais, o estudo do timón realizarase sobre a forma, número e a disposición do mesmo. É xustificado o cumprimento dos requisitos da OMI co cálculo dos índices de manobrabilidade.

This booklet deals with the selection of the propulsion machinery based on the estimation of the resistance to drag using the NAVCAD software, definition of the number and main characteristics of the propellers. In addition, the study of the rudder will be made on the form, number and arrangement of the same. The compliance of the IMO requirements with the calculation of the maneuverability indices is justified.







**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo

## INDICE

1. Introducción .....	1
2. Predicción de potencia propulsora .....	1
<b>2.1 Resistencia de avance y potencia efectiva .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Estimación del diámetro propulsor .....</b>	<b>5</b>
3. Cálculo de potencia propulsora .....	7
<b>3.1 Selección de la potencia propulsora .....</b>	<b>7</b>
4. Diseño de propulsores .....	9
<b>4.1 Propiedades de propulsores.....</b>	<b>9</b>
4.1.1 Número de palas .....	9
4.1.2 Sentido de giro de la hélice .....	10
<b>4.2 Proyecto hélice .....</b>	<b>10</b>
4.2.1 BHP .....	10
4.2.1.1 Cálculo manual.....	12
4.2.2 Elección del propulsor.....	16
<b>4.3 Propulsores transversales .....</b>	<b>16</b>
4.3.1 Cálculo de empuje necesario .....	17
4.3.2 Cálculo de potencia necesaria .....	17
5. Proyecto del timón.....	18
<b>5.1 Parámetros del timón .....</b>	<b>18</b>
5.1.1 Número y tipo .....	18
5.1.2 Área del timón .....	18
5.1.3 Relación de aspecto .....	19
5.1.3.1 Altura del timón .....	19
5.1.3.2 Longitud del timón .....	19
5.1.4 Relación espesor-cuerda.....	20
5.1.5 Angulo de desprendimiento .....	20
5.1.6 Perfil .....	20
<b>5.2 Dimensionamiento del timón.....</b>	<b>20</b>
5.2.1 Área de Compensación .....	21
<b>5.3 Determinación de fuerzas y momentos .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4 Escantillonado de la mecha del timón .....</b>	<b>23</b>

5.4.1 Fuerzas y momentos de la mecha del timón .....	24
5.4.2 Resistencia de la mecha del timón.....	25
<b>5.5 Cálculo de la potencia de los servos .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Índices de maniobrabilidad .....</b>	<b>26</b>
<b>6.1 Capacidad de evolución (Turning ability) .....</b>	<b>26</b>
6.1.1 Diámetro de giro .....	28
6.1.2 Diámetro de táctico o de evolución .....	28
6.1.3 Avance.....	28
6.1.4 Caída o transferencia .....	29
<b>6.2 Capacidad para cambiar el rumbo (Course keeping ability) .....</b>	<b>29</b>
<b>6.3 Capacidad de parada (Stopping ability) .....</b>	<b>30</b>
<b>7. Bibliografía .....</b>	<b>31</b>

#### Anexo I : Predicción de potencia

<b>1. Predicción potencia al remolque .....</b>	<b>33</b>
<b>2. Predicción potencia por empuje para 5 palas .....</b>	<b>37</b>
<b>3. Predicción potencia por empuje para 4 palas .....</b>	<b>40</b>
<b>4. Comprobación de la selección .....</b>	<b>43</b>

#### Anexo II : Propulsores seleccionados

<b>1..... Propulsores principales .....</b>	<b>47</b>
<b>2. Propulsores transversales .....</b>	<b>49</b>

#### Anexo III: Alternativas de timones

<b>1. Alternativas del timón .....</b>	<b>51</b>
--	-----------

#### Anexo IV : Croquis conjunto timón- hélice- codaste

<b>1. Croquis.....</b>	<b>63</b>
------------------------	-----------

## 1. Introducción

El buque de proyecto estará dotado de dos líneas de ejes de acuerdo al RPA, por lo que estará influenciado por lo siguiente:

- a) *Inmersión de hélice*: condiciona el diámetro máximo de hélice y el rendimiento propulsivo. La hélice ha de estar sumergida y si el calado es bajo, el diámetro será inferior.
- b) *Gobierno*: se relaciona con la estabilidad dinámica, rapidez de respuesta o estabilidad de rutas por lo que es importante la actividad del timón.
- c) *Maniobrabilidad*: mide la capacidad del buque para cambiar la trayectoria en el menor espacio. En este caso permite gran maniobrabilidad con la combinación de movimientos por ambas hélices.
- d) *Altura de la cámara de máquinas*: limitada por la cubierta de francobordo hace que la elevada potencia necesaria se suministre en dos motores para reducir el empacho por cada motor. Siendo frecuente instalar motores diésel semirrápidos de menor tamaño.

Los valores de las dimensiones son los siguientes:

**Tabla 1**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Puntal a la cubierta principal (D)	8,3 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
Velocidad	25 nudos

## 2. Predicción de potencia propulsora

La predicción de potencia se determinó en el capítulo anterior considerando estimaciones de formas y apéndices del buque. La predicción se lleva a cabo mediante el Método Andersen

Se calcula la potencia necesaria de la hélice en condiciones óptimas de casco limpio, mar en calma y viento inferior a la escala 2 de Beaufort. El punto de diseño del propulsor al 100%. Se añade un 15% de margen en la resistencia ante pérdida de eficiencia en régimen de servicio.

Se considera el motor al 85 % de régimen de potencia, los márgenes se aplicarán en el punto 2.2 para seleccionar la potencia propulsora.

La potencia necesaria se calcula para propulsores de paso fijo de la Serie B de Wageningen, esto implica que al final se aplica la reducción de rendimiento correspondiente a hélices CPP debido al incremento del núcleo para alojar el sistema hidráulico.

## 2.1 Resistencia de avance y potencia efectiva

La resistencia de avance ( $R_T$ ) es la fuerza que ha de vencer el buque independientemente del sistema de propulsión, al ser remolcado en aguas tranquilas. Esto implica que no se considera ni el MCR del 85% ni el margen de mar del 15%.

La potencia necesaria para vencer la resistencia al avance será la potencia de remolque (PE) o efectiva.

$$PE = \frac{R_T \cdot V}{75} (HP)$$

Donde la resistencia total se descompone en resistencia hidrodinámica (RH) de la carena y aerodinámica (RA) de la obra muerta.

$$R_T = R_H + R_A$$

$$R_T (KN) = \frac{PE (Kw)}{0,5144 \cdot V (kn)}$$

Para el cálculo de la resistencia al avance total y la potencia efectiva se analiza la descomposición de resistencia total ( $R_T$ ) siguiente:

$$R_T = R_v + R_{FO} + R_{AP} + R_A$$

$R_T$  = Resistencia total a vencer al remolcar el buque es calculada a partir de

$$R_T = P_E / V$$

- $R_v$ , Resistencia viscosa obtenida en función de la resistencia friccional donde  $R_v = r \cdot R_f$

$r$  = Factor de formas de Hughes.

$$R_f = \text{Resistencia de fricción} = 0,5 \cdot \rho_{AS} \cdot V^2 \cdot SM \cdot C_f \text{ con } C_f = 0,075 / (\log Rn - 2)^2$$

- $R_{FO}$  = Resistencia por formación de olas.
- $R_{AP}$  = Resistencia debida a los apéndices
- $R_A$  = Resistencia aerodinámica

Se calcula por correlación modelo-buque que considera la rugosidad del casco y la resistencia al aire.

$$RA = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot SM \cdot CA$$

Donde:

CA, coeficiente de correlación modelo buque en condición de pruebas.

$$CA = 0,006 \cdot (LWL + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 \cdot \left(\frac{LWL}{7,5}\right)^{0,5} \cdot CB^4 \cdot C2 (0,04 - C4)$$

C2, coeficiente en función del tamaño del bulbo de proa.

TF, calado en proa. Se tomará 6,2 m con asiento cero.

$C4 = TF/LWL$  si  $TF/LW \leq 0,04$

$C4 = 0,04$  si  $TF/LW > 0,04$

Los datos introducidos son:

**Tabla 2: Datos de resistencia de remolque**

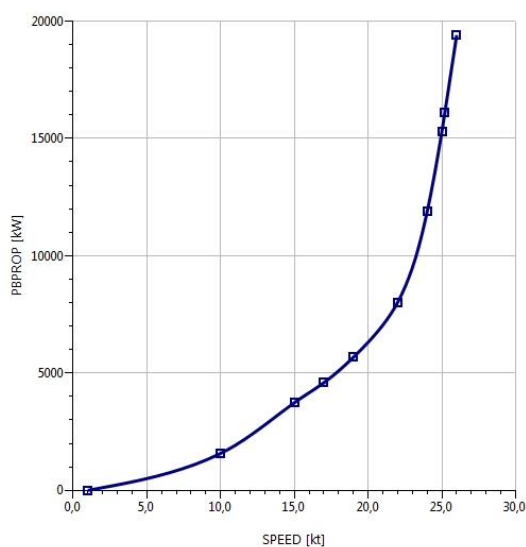
Datos del casco	
Desplazamiento	19242 t
Eslora en la flotación (Lwl)	185,244 m
Semiángulo de entrada en la flotación	13 °
Área transversal de bulbo ( $A_{bulbo}$ )	14,89 m <sup>2</sup>
Altura de bulbo en la Ppr ( $H_{bulbo}$ )	3,993m

El cálculo de Resistencia se realiza para los datos indicados y respecto a los apéndices se aplica el 5 % de margen puesto que con el Método Andersen no permite la introducción de valores de cada apéndice.

Los datos obtenidos se encuentran en el Anexo donde se muestra que la resistencia al avance es de **1434,28 KN** y la potencia efectiva total de **18446,4 KW**. En el punto 2 se utilizarán estos datos para seleccionar la maquinaria propulsora y obtener finalmente la resistencia dada para el MCR disponible.

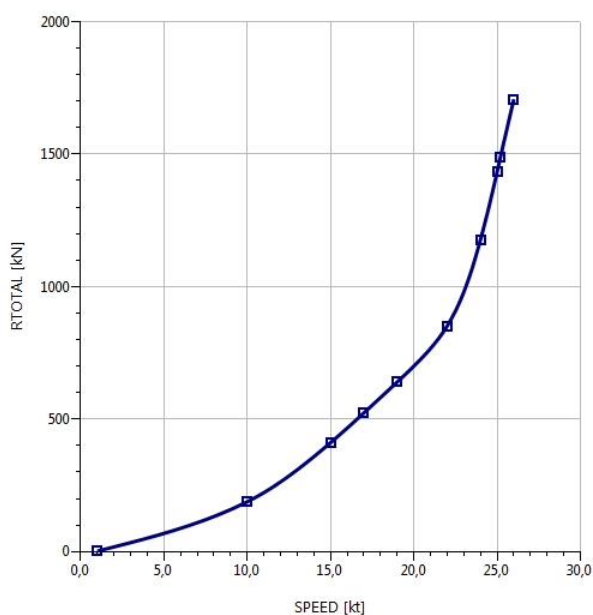
Se representa las relaciones de resistencia al avance y potencia efectiva frente a la velocidad.

**Figura 1: Curva potencia efectiva-velocidad**



*Fuente: Software NavCad*

**Figura 2: Curva resistencia total velocidad**



*Fuente: Software NavCad*



### 2.3 Estimación del diámetro propulsor

El diámetro máximo estimado ha de cumplir unas condiciones:

A) Separación entre centros de hélices

Los buques con dos hélices se recomienda que estén separados 2 veces el diámetro del propulsor ( $D_p$ ) para evitar iteración de los flujos del propulsor.

$$S_n \geq 2D_p$$

B) Hélices dentro de límites de carena

El propulsor ha de estar dentro de los márgenes de la carena por lo que no podrá estar bajo la línea base (aunque Wartsila lo permite en hélices gemelas del buque) por lo que será lo que previamente se calculó en el cuaderno 1.

$$H_{LB} = \frac{D_{propulsor}}{2} + 0,02 = 2,27 \text{ m}$$

El propulsor no sobrepasará el valor de la manga (25,2 m) en sentido transversal siendo la suma de la distancia entre núcleos ( $S_n$ ) más el diámetro ( $D_p$ ).

$$25,2 \text{ m} > S_n + D_p$$

C) Inmersión mínima de la hélice

Para evitar riesgos de cavitación, la inmersión en cualquier condición de navegación ha de obtener la menor presión hidrostática en la cara de succión para evitar que el fluido en contacto alcance la presión de vapor.

Por tanto, la inmersión mínima ha de ser el 10% del  $D_p$ . como se recomienda para la condición más desfavorable de calado de 5,454m. para un trimado nulo.

$$5,454 > 0,1 D_p + H_{LB} + D_p/2 = 0,1 \cdot 4,5 + 2,27 + 2,25 = 4,97 \text{ m}$$

$$D_p < 4,97 \text{ m}$$

D) Huelgos entre hélice y casco

Los huelgos son recomendados por las SS.CC para reducir la resistencia de presión en el casco y evitar cavitación del propulsor. A partir de los huelgos de la zona del propulsor se conocerá el diámetro máximo que permitirá mayor rendimiento propulsivo.

De acuerdo al reglamento del DNV, Pt3, Ch3, Sec.2, se recomiendan los siguientes los huelgos para 2 hélices:

- Clara mínima entre la punta de la pala y la parte alta del codaste:

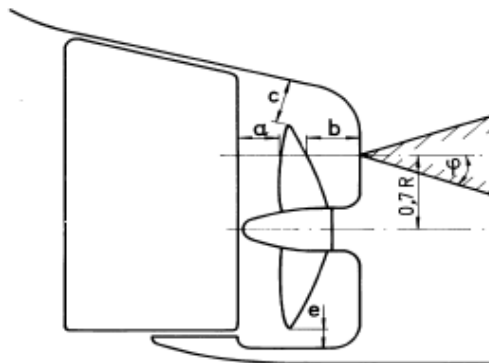
$$C \geq (0,6 - 0,02 * Z_p) * R \text{ (m)}$$

$$C \geq 1,17 \text{ m}$$

$R$  = radio de la hélice (m)

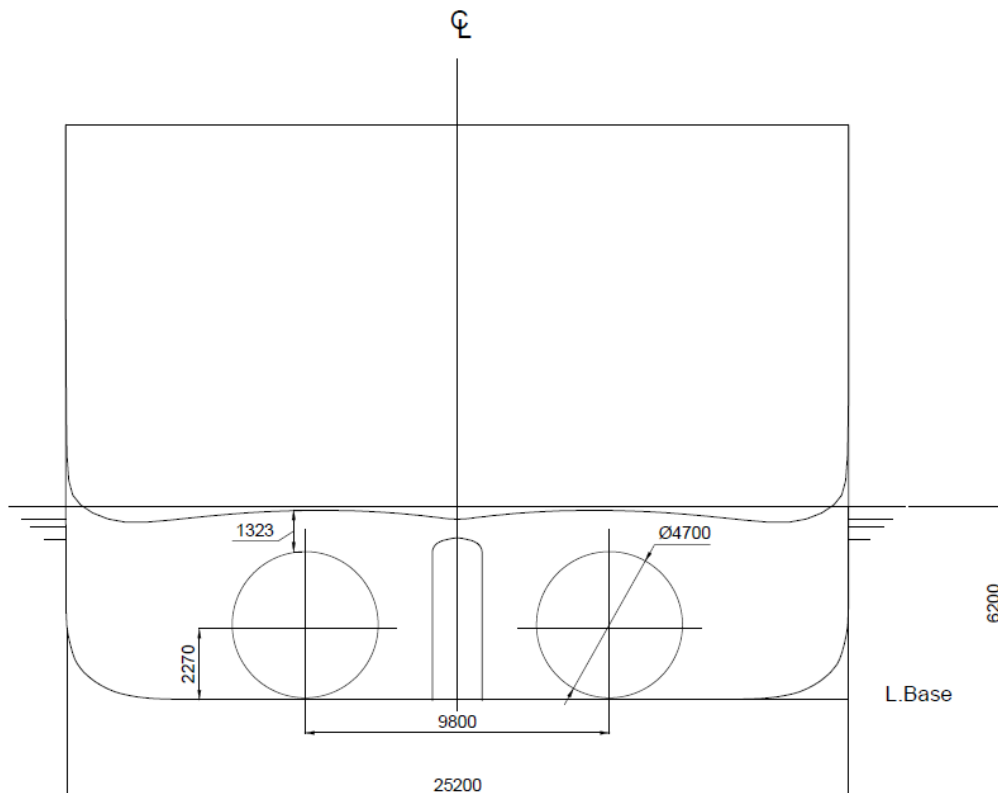
$Z_p$  = número de palas

**Figura 3: Claras hélice-codaste**



La situación del propulsor además estará condicionada por la cuaderna sino también por el quillote central. Las dimensiones finales para un diámetro máximo de 4700 mm. se muestran en la figura 4.

**Figura 4: Disposición de propulsores**



### 3. Cálculo de potencia propulsora

Para la estimación de potencia se realiza con el método estadístico Andersen en el software Navcad. Este método parte de un análisis estadístico de ensayos con modelos en Marin (Wageningen) y de las pruebas de mar de buques construidos.

Este método permite calcular el rendimiento propulsivo y potencia propulsora a distintos calados siempre que las relaciones dimensionales estén dentro de los límites. En la tabla se muestra que el buque proyecto cumple dichos límites.

**Tabla 3: Relaciones adimensionales tipo**

Tipo de buque	Fn max.	CP	L/B	B/T
Ro-Ro	0,35	0,55 - 0,67	5,3 - 8	3,2 - 4
Buque proyecto	0,313	0,588	7,407	3,781

Los resultados obtenidos del software Navcad para la velocidad de servicio de 25 nudos son:

**Tabla 4: Resumen predicción de potencia**

Concepto	
Resistencia total	1434,28 KN
Coeficiente de estela (w)	0,1637
Coeficiente de succión (t)	0,1694
Rpm óptimas	189
Potencia efectiva (EHP)	18446,4 Kw
Potencia en el eje (SHP)	15004,4 Kw

#### 3.1 Selección de la potencia propulsora

En primer lugar se obtendrá el valor de potencia en el eje, SHP (Shaft Horse Power) medida a la entrada de la línea de ejes en la bocina para una velocidad de servicio de 25 kn al 85%.de MCR.

Para seleccionar el motor propulsor hemos de obtener los distintos puntos de funcionamiento del motor:

##### A) PUNTO DE DISEÑO DE LA HÉLICE (PD)

Punto en que la velocidad del buque a 189 RPM óptimas absorbe la potencia que ha de suministrar el motor propulsor (BHP).

El valor de SHP se relaciona con la potencia al freno (BHP) y con el rendimiento mecánico ( $\eta_m$ ) de las líneas de ejes. Se toma un valor de rendimiento mecánico de 98% (para reductor no inversor) incluyendo pérdidas de engranajes de reductor y chumaceras de empuje.

$$SHP = BHP \cdot \eta_m$$

$$BHP = \frac{SHP}{\eta_m} = \frac{15004,4 \text{ Kw}}{0,98} = 15310,61 \text{ Kw}$$

#### B) PUNTO DE SERVICIO CONTINUO PARA LA PROPULSIÓN (PS)

El motor funcionará normalmente a esta potencia. Se aplica un margen de mar del 15% al BHP obtenido.

$$PS = BHP \cdot 1,15 = 17607,2 \text{ Kw}$$

Si tomamos el factor de ligereza en rpm será del 5%.

Tomando valores de buques de referencia se utilizará el valor de P.T.O (Power Take off) de 900 Kw para la necesidad de los alternadores (uno por eje)

$$S = PS + P.T.O = 17607,2 + 900 = 18507,2 \text{ Kw}$$

#### C) PUNTO DE POTENCIA MÁXIMA CONTINUA ESPECIFICADA (M)

Para obtener la máxima potencia requerida para el motor, se le aplica un margen de motor del 85%.

$$M = \frac{S}{0,85} = 21773,176 \text{ Kw}$$

Se partirá de este valor total por línea para seleccionar el motor con capacidad de suministrar su potencia a 600 rpm. Considerando que llevará *dos líneas de ejes con dos motores por eje*, el motor seleccionado ha de ser capaz de suministrar **10886,59 KW**.

De la búsqueda en el mercado en fabricantes de motores duales como Rolls Royce, Wartsila, Mitsubishi y MAN, se selecciona el motor que cumple el criterio es el motor **Wartsila 12V46DF** capaz de suministrar una potencia máxima de 13740 KW a 600 RPM cuyas características se encuentran en el Anexo.

## **4. Diseño de propulsores**

### **4.1 Propiedades de propulsores**

Los propulsores seleccionados cuentan con la condición de que serán instaladas dos líneas de ejes con motivo de obtener mayor maniobrabilidad y seguridad. Además serán propulsados por motores semirrápidos de 4 tiempos (interesan los de menor tamaño por la limitación de altura de la cámara de máquinas) que irán acoplados a una reductora para obtener revoluciones óptimas para un buen rendimiento. Los motores auxiliares también podrán alimentar a los propulsores para bajas velocidades en condición de puerto.

En este proyecto se utilizará propulsores de paso variable. Estas hélices son de palas construidas independientes del núcleo y empernadas al mismo. Pueden girar un ángulo alrededor de un eje radial y el núcleo suele ser mayor por contener el sistema hidráulico.

Este tipo nos permite variar el paso rotando la pala sobre el eje vertical mediante un accionamiento hidráulico – mecánico. Estas hélices son más costosas y de mecanismos más complejo pero se distinguen por las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia que hélice de paso fijo a velocidades óptimas.
- Mejora la maniobrabilidad pasando de adelante a atrás o viceversa sin invertir el sentido de la hélice invirtiendo la macha a respuesta rápida. Esto implica que reduce la distancia de frenada.
- Uso eficiente del motor manteniendo constantemente la velocidad nominal para cada situación (crucero, maniobra, con variaciones de mar, calado...) absorbiendo variaciones de carga funcionales reduciendo así costes de consumo y mantenimiento.
- En caso de averías permite mayor seguridad al disponer de palas independientes en lugar la hélice completa.

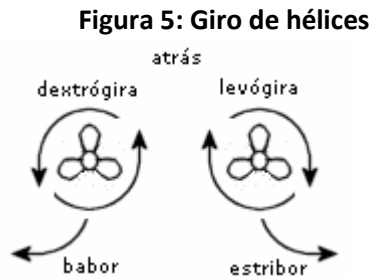
#### **4.1.1 Número de palas**

Las hélices se fabrican de 2 a 6 palas, el número de palas repercute en el rendimiento propulsivo, a mayor número empeora el rendimiento y permite soportar mayores cargas aquellas hélices de más de 3 palas.

La velocidad óptima de la hélice depende del número de palas, a mayor número de palas es más favorable a la aparición de vibraciones en el casco y vibraciones torsionales en la maquinaria.

#### 4.1.2 Sentido de giro de la hélice

El sentido de giro de la hélice afecta en maniobrabilidad y rendimiento. Las hélices se dividen en hélices de giro a derechas (levógiras) o a izquierdas (dextrógira). En hélices de paso fijo el efecto marcha atrás es diferente como se muestra en la figura. En cambio en hélices de paso variable el efecto marcha atrás es el mismo para ambos sentidos y el rendimiento puede reducirse un 50%.



Por el “efecto rueda” dado cuando el buque tiende a moverse hacia una banda cuando la hélice gira con el buque parado y debido a otras fuerzas de presión, las hélices CPP se comportan mejor con giro a izquierdas.

Respecto al rendimiento, la hélice mejora el rendimiento cuando la hélice gira en sentido contrario al campo de estela.

#### 4.2 Proyecto hélice

Los parámetros principales y geometría de los propulsores principales se determinarán mediante *Series Sistemáticas* con el software NavCad y con cálculo manual a diámetro óptimo y revoluciones (rpm) óptimas. Con las características definidas del propulsor, se comprobará que no Cavite.

##### 4.2.1 BHP

Las series sistemáticas son un conjunto de hélices que parten de un propulsor patrón al que se le varía datos geométricos obteniendo datos de propulsores aislados. Dado que los modelos son de paso fijo, se ha de considerar la pérdida de rendimiento respecto al propulsor de paso variable proporcional al área de disco.

Se utilizará la Serie B Sistemática de Wageninguen.

Aplicando el margen del 85% a la potencia máxima instalada por cada propulsor, con un consumo del 50% del alternador, obtenemos el valor de BHP (potencia al freno):

$$\text{BHP} = (13740 \text{ Kw} \cdot 2 \cdot 0,85 - 2000 \text{ Kw}) / 1,15 \rightarrow 19528,69 \text{ Kw (26549,929 HP)}.$$

Con el software NavCad se calcula el propulsor para 4 y 5 palas de modo que obtengamos el rendimiento de cada uno como muestra en la tabla resumen.

**Tabla 5: Comparativa datos propulsivos**

Datos	4 Palas	5 Palas
Diámetro hélice (m)	4,7	4,7
Relación de reducción	3,305	3,255
Revoluciones (rpm)	182	184
Relación $A_D/A_0$	0,7962	0,9547
Empuje (KN)	863,36	863,36
Rendimiento de propulsión	0,6235	0,6191

Los resultados indican un rendimiento de hélice similares por lo que se selecciona para **4 palas** ya que supone una alternativa menos costosa y se evita generación de vibraciones. Este número de palas es habitual en buques de tipo similar.

Se realiza la comprobación de No Cavitación de la hélice de 4 palas estimando la relación  $A_D/A_0$ . La relación ha de ser suficientemente grande para evitar cavitación pero no en exceso porque se reduce el rendimiento de la hélice al aumentar el área de pala. Esta relación ha de superar el mínimo propuesto por el criterio aplicado, "Método de Keller" mediante la siguiente expresión:

$$\frac{A_D}{A_0} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot z) \cdot T}{(P_0 - P_v) \cdot D^2} + K$$

Siendo:

z, número de palas

T, empuje de hélice en Kg

$P_0$ , Presión estática eje

$P_v$ , Presión de vapor a 15 °C

$$P_0 - P_v = 10100 + 1026 \cdot h \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

h, inmersión de la línea de ejes en metros.

$$h = T \cdot h_{\text{eje}} = 6,2 - 2,27 = 3,93 \text{ m.}$$

K, constante correspondiente a 0,1 para buques de 2 hélices

Se obtiene que:

$$\frac{A_D}{A_0} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot 4) \cdot T}{(P_0 - P_v) \cdot D^2} + 0,1$$

El valor dado por Keller ha de ser inferior que la relación obtenida en NavCad, no obstante dicho método no asegura la no aparición de cavitación. De no cumplirse habría que volver a iterar o aplicar el método de Teoría de Circulación, análisis más detallado de las secciones de cada pala en caso de estela poco uniforme.

#### 4.2.1.1 Cálculo manual

Se realiza el cálculo tanto a diámetro óptimo como revoluciones óptimas.

##### CÁLCULO A DIÁMETRO ÓPTIMO

Definido el diámetro máximo admisible a 4700 mm., se toman datos de la potencia propulsora ya elegida y se impone la velocidad de giro del propulsor con el valor obtenido en NavCad.

Los datos resultantes son:

**Tabla 6: Resumen potencia propulsora**

Concepto	
BHP	18572,17 Kw (25250,72Cv)
RPM	182
Velocidad de servicio	25 knts
$\eta_k$ (rendto. Mecánico reductor)	0,98
$\eta_{rr}$ (rendto. Rotativo relativo)	0,985
$\eta_k$ (rendto. Mecánico línea de ejes)	0,98
Coeficiente de estela, w	0,1637
Coeficiente de succión, t	0,1694
Inmersión del núcleo de hélice, h	3,93 m
Número de palas	4

Se estima la potencia entregada a la hélice,  $DHP_{wag}$

$$DHP_{wag} = \frac{BHP}{1,026} \cdot \eta_m \cdot \eta_r = \frac{25250,72}{1,026} \cdot 0,98 \cdot 0,985 = 23558,88 Cv$$



La velocidad de entrada de agua al propulsor,  $V_A$  será:

$$V_A = V \cdot (1 - w) = 25 \cdot 0,5144 \cdot (1 - 0,1637) = 10,75 \frac{m}{s} = 20,9 \text{ kn.}$$

El parámetro  $B_p$  se define como:

$$B_p = \frac{n \cdot \sqrt{DHP_{wag}}}{V_A^{2.5}} = \frac{172,9 \cdot \sqrt{23558,88}}{20,9^{2.5}} = 13,23$$

Se aplica el factor de ligereza del 5%, lo que implica  $n = 182 \cdot 0,95 = 172,9 \text{ rpm}$

Se estudia este parámetro en distintos diagramas para relaciones áreas desarrollada-disco diferentes. Se entra en los diagramas con este parámetro y obtenemos la inversa del grado de avance  $\delta$  en la línea de máximo rendimiento.

$$\delta_0 = \frac{D \cdot n}{V_A}$$

Este valor  $\delta_0$  corresponde al de la hélice en aguas libres y para evitar que el rendimiento disminuya con la hélice poco cargada a un dado grado de avance  $J$ , se suele reducir el diámetro. Para buques con dos propulsores corresponde lo siguiente:

$$\delta_1 = 0,98 \cdot \delta_0$$

Para este par de valores se calcula el rendimiento  $\eta_0$  y la relación paso-diámetro para los que se obtiene los valores de diámetro y empuje.

$$D = \frac{\delta_1 \cdot V_A}{n} \cdot 0,3048 \text{ (m)}$$

$$T = \frac{DHP_{wag} \cdot \eta_m \cdot \eta_0}{0,5144 \cdot V_A} \text{ (Kg)}$$

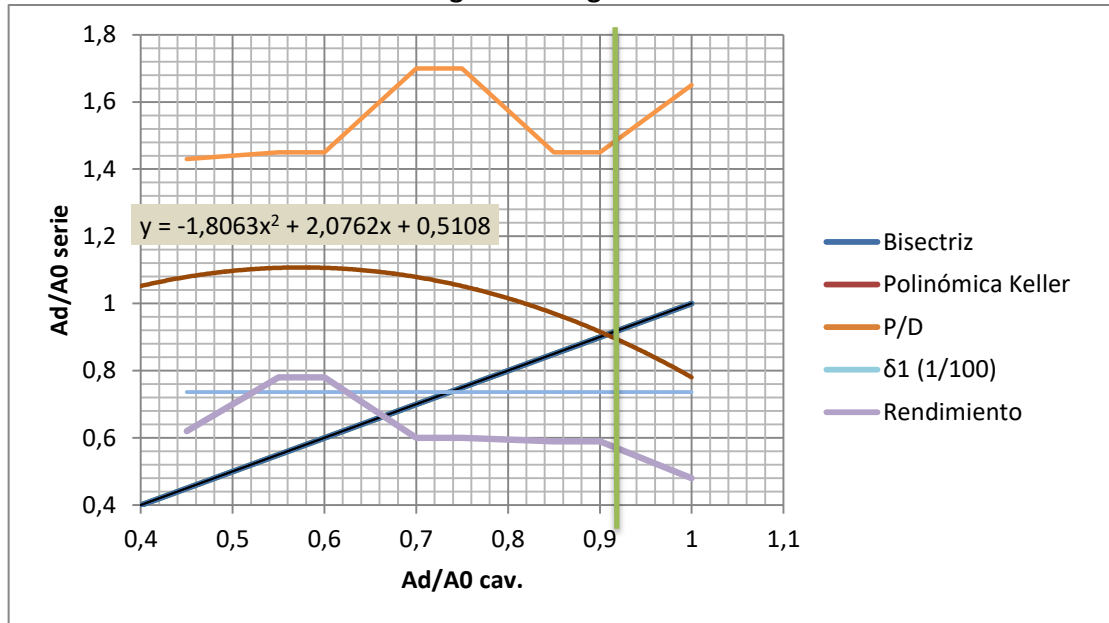
Se resumen los resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 7: Resultados a diámetro óptimo**

$A_D/A_0$	0,4	0,55	0,7	0,85	1
$\delta$	75,16	75,16	75,16	75,16	75,16
$\delta_1$	73,66	73,66	73,66	73,66	73,66
$\eta_0$	0,62	0,78	0,6	0,59	0,48
H/D	1,43	1,45	1,7	1,45	1,65
$D_{opt}$	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
T (kg)	104114,73	130983,054	100756,193	99076,923	80604,95
$(A_D/A_0)_{keller}$	1,009	1,244	0,98	0,965	0,8
Cavitación?	No	No	No	No	Si

Se representa la curva de la relación de áreas desarrollada-disco y se halla el valor de la intersección. Para este valor se interpola y se obtiene el resto de características propulsoras.

Figura 6: Diagrama de Keller



Los parámetros de la hélice resultantes a diámetro óptimo son:

Tabla 7: Parámetros a diámetro óptimo

$A_D/A_0$ keller	0,91
$\delta$	75,16
$\delta_1$	73,66
$\eta_0$	0,59
H/D	1,43
$D_{opt}$	4,7 m.
T	99076,42 kg.

#### CÁLCULO A RPM ÓPTIMAS

Con este método se necesita previamente calcular el empuje partiendo del coeficiente de succión y de la resistencia al avance a la velocidad de diseño. Se utilizarán los mismos datos de partida que en el punto anterior.

$$T = \frac{R}{1 - t} (Kg)$$

$$T = \frac{149898,28 \cdot 0,5}{1 - 0,1694} = 90234,94 \text{ (Kg)}$$

La relación área disco-desarrollada se calcula como en el punto anterior manteniendo el diámetro máximo de 4,7 m. Los datos obtenidos son:

**Tabla 8: Datos de cálculo manual a rpm óptimas**

BHP	DHPw	VA	T	A <sub>D</sub> /A <sub>0</sub>
<b>25250,72 CV</b>	23358,88 CV	20,9 kn = 10,75 m/s	90234,94 kg	0,823

Se calcula los parámetros Bp y δ en función de las revoluciones considerando el 5% de factor de ligereza:

$$Bp = \frac{0,95 n \cdot \sqrt{DHP_{wag}}}{V_A (Knt)^{2,5}} = 0,0727 n$$

$$\delta_1 = \frac{0,95 n \cdot D(m)}{V_A (Knt) \cdot 0,3048} (m) = 0,7 n$$

Se hallan las características para las de rpm de 170,175, 180,185, 190. Se obtendrán los datos interpolando para las revoluciones de cada serie con mayor rendimiento.

**Tabla 8: Resultados diagrama en serie 4.7**

RPM	170	175	180	185	190
Bp	12,36	12,725	13,09	13,45	13,81
δ <sub>1</sub>	119	122,5	126	129,5	133
η <sub>0</sub>	0,62	0,61	0,63	0,67	0,63
H/D	1,32	1,35	1,25	1,25	1,18

**Tabla 9: Resultados diagrama en serie 4.85**

RPM	170	175	180	185	190
Bp	12,36	12,72	13,09	13,45	13,81
δ <sub>1</sub>	119	122,5	126	129,5	133
η <sub>0</sub>	0,645	0,651	0,631	0,615	0,62
H/D	1,24	1,17	1,19	1,18	1,12

Interpolando para N = 185 se obtienen los parámetros del propulsor a revoluciones óptimas.

**Tabla 10: Resultados a rpm óptimas**

RPM	185
$\eta_0$	0,6249
H/D	1,193
T	100657 kg
$(A_D/A_0)_{keller}$	0,906
Cavitación	NO

#### 4.2.2 Elección del propulsor

Tras realizar un estudio de alternativas se selecciona de acuerdo al método de revoluciones óptimas al estar acoplado a motores engranados.

El propulsor elegido será:

**Tabla 11: Características propulsor a rpm óptimas**

<b>Diámetro hélice (m)</b>	<b>4,7</b>
Relación de reducción	3,243:1
Revoluciones (rpm)	185
Relación $A_D/A_0$	0,906
Empuje (Kg)	92039,64 Kg
Rendimiento de hélice	0,6249

El incremento del diámetro del núcleo en hélices de paso controlable respecto al paso fijo con el que se calculó supone reducción del rendimiento entre un 0,05-1 % en la relación de paso fijo en aguas libres.

El propulsor no excederá el consumo de **14,497 MW** elegido será del tipo SCP 154 4 XG de la marca Schottel con servomotor en el núcleo y la unidad de suministro de aceite frente a la reductora como se muestra en el Anexo.

#### 4.3 Propulsores transversales

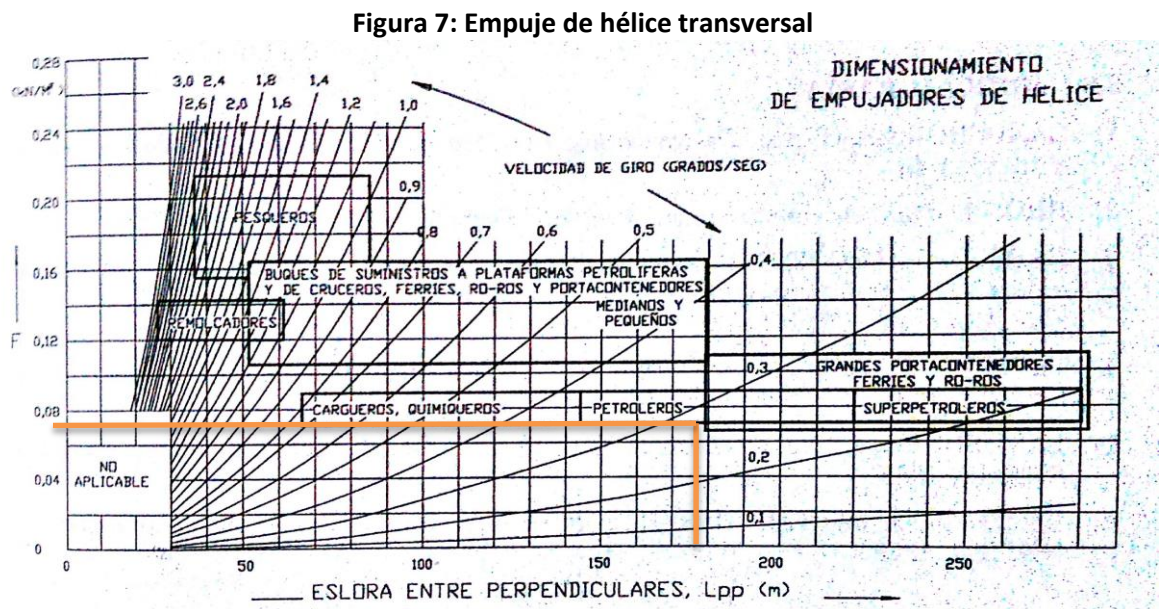
Los buques que requieren muchas maniobras como el buque proyecto para la entrada y salida de puerto, disponen de propulsores transversales en proa para facilitar tales operaciones.

Para seleccionar los empujadores adecuados se ha de calcular el empuje y potencia necesaria. Según J.Brix el empuje para el buque proyecto con  $160 < L_{pp} < 180$  m. se obtiene del producto del área de deriva por  $F_i$  comprendida en el rango  $0,12 < F_i < 0,16$  (KN/m<sup>2</sup>).

#### 4.3.1 Cálculo de empuje necesario

El empuje que ha de proporcionar depende del área lateral proyectada de la obra viva y de la obra muerta del buque. Para este tipo de buque se recomienda un empuje de 14 kg/m<sup>2</sup> en la obra viva y 8 kg/m<sup>2</sup> en la obra muerta.

De acuerdo a la gráfica corresponde con un empuje necesario **F de 0,07 KN/m<sup>2</sup>** a una velocidad de giro de **0,25 grados/seg.**



#### 4.3.2 Cálculo de potencia necesaria

La potencia del motor se calcula con la siguiente expresión con el valor  $K = 1,75$  para estos buques.

$$P = K \cdot \Delta^{2/3} = 1,75 \cdot 19166,3^{2/3} = 1253,3 \text{ Kw}$$

Los motores de accionamiento han de suministrar la potencia mínima de **1253,3 Kw** para cada propulsor de proa.

El propulsor seleccionado será del tipo AUX 2000 de la marca Rolls Royce con un rango de potencia máxima de 1240-1510 KW con motor eléctrico. Las dimensiones se detallan en el Anexo.

## 5. Proyecto del timón

El proyecto del timón trata de determinar las dimensiones principales siguiendo las recomendaciones de la Sociedad de Clasificación (DNV-GL) y las estimaciones indicadas en el libro de “El proyecto básico de un buque mercante”.

Con las características geométricas definidas se calculará la distribución de fuerzas y momentos ejercidos en la pala y mecha del timón. También se estimarán las características de maniobrabilidad según formulaciones deducidas de análisis estadístico de buques construidos.

### 5.1 Parámetros del timón

#### 5.1.1 Número y tipo

El número de timones depende del número de propulsores, al tratarse de dos líneas de ejes se dispondrán de dos timones compensados suspendidos. Esto supone menor dificultad en el desmontaje que en timones apoyados. Por otra parte se reduce la distancia entre el eje de giro y el centro de presiones resultando en menor potencia del servomotor y momento de adrizamiento. El bulbo conduce mejor las líneas de corriente a popa del timón y reduce arrastre obteniendo una eficiencia del 2-6%.

#### 5.1.2 Área del timón

El área mínima ha de ser válida para los distintos índices de maniobrabilidad y ha de obtener un diámetro de giro y avance menores que los máximos admisibles impuesto por la Sociedad de Clasificación.

El momento de evolución hace girar al buque en función de la fuerza que actúa sobre el timón, proporcional a la superficie de la pala. El giro del buque varía en función de la superficie de deriva dada por:  $L \times T$ .

Para dotar al buque de capacidad evolutiva ha de existir una relación entre superficie de pala y área de deriva. De acuerdo al libro de “El proyecto básico de un buque mercante” existe una relación entre el área de deriva ( $L_{pp} \times T$ ) y área de pala ( $A_R$ ) para dos timones y dos propulsores del 2,1%. A partir de esto, se obtiene el área de pala.

$$2,1\% = \frac{A_R}{L_{pp} \cdot T} \rightarrow A_R = 0,021 \cdot 179,7 \cdot 6,2 = 23,4 \text{ m}^2$$

Según el *DNV-G 2015L, Part3 1, Ch1* estima el área recomendada para un tipo spade de elevada sustentación situado detrás del chorro de la hélice.

$$A_R = \frac{1,75 \cdot L_{pp} \cdot T}{100} = 0,7 \cdot \frac{1,75 \cdot 179,7 \cdot 6,2}{100} = 13,6479 \text{ m}^2$$

Al haber más de un timón, el área individual se puede reducir un 20%.

### 5.1.3 Relación de aspecto

La relación de aspecto es el cociente entre la altura y longitud media del timón, ha de ser inferior a 2.

#### 5.1.3.1 Altura del timón

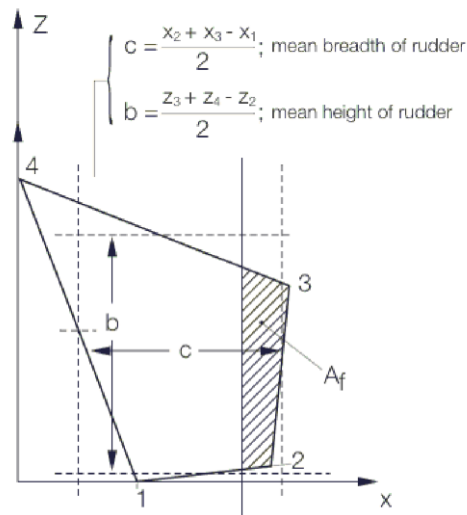
La altura viene determinada por la distancia vertical (H) entre el vano del codaste en la intersección de la mecha del timón y la línea base siendo habitual una clara del 6%H en el canto alto del timón y el 8%H en el canto bajo del timón. Para H = 5,515 m la altura máxima será:

$$b_{max.} = (1 - 0,08 - 0,06) \cdot H = 4,743m.$$

Basándose en que el factor de aspecto ( $\Lambda$ ) común es 1,6, este factor oscila entre 1,4 y 2, para el proyecto se tomará 1,7.

$$\Lambda = \frac{b^2}{A_r}$$

**Figura 8: Parámetros del timón según SS.CC**



*Fuente: DNV-GL 2016*

Con valores altos de este factor se produce desprendimiento de flujo y para valores bajos puede que no sea suficiente el par ejercido en la mecha.

#### 5.1.3.2 Longitud del timón

Dada la geometría de cálculo, se define la longitud del timón:

$$b = \frac{A}{c} \rightarrow c = \frac{A}{b} \text{ (m)}$$

#### 5.1.4 Relación espesor-cuerda

Los valores de E han de mantenerse dentro del margen que oscila entre 0,15 y 0,23 para evitar el bloqueo del flujo de salida de la hélice.

#### 5.1.5 Angulo de desprendimiento

El desprendimiento del flujo se produce cuando el timón está cargado por efecto de la viscosidad en la cara de succión y aumentan las presiones y el par en la mecha del timón. Se ha de conseguir que el ángulo del desprendimiento sea mayor de 35.

$$ds = 7,11 \cdot (1 + 7E) \cdot \left(1 + \frac{1,25}{\Lambda}\right) \cdot \left(1 + 0,048 \cdot \frac{b}{D}\right) \cdot \sqrt{\ln\left(1 + \frac{8Kt}{J^2}\right)}$$

Siendo:

E, relación espesor-cuerda

Kt, coeficiente de empuje de la hélice

J, grado de avance de la hélice

b, altura del timón

D, diámetro de la hélice

#### 5.1.6 Perfil

Los perfiles más utilizados son de tipo currentiforme porque ofrece mayor capacidad de sustentación y reducida resistencia al avance para un determinado ángulo de ataque. El perfil seleccionado ha de presentar buenas características de sustentación, alto ángulo de desprendimiento y poca resistencia al avance.

Por ello se selecciona un perfil con flap tipo FS para obtener alta maniobrabilidad.

#### 5.2 Dimensionamiento del timón

Se generaran alternativas de cada valor de relación de aspecto ( $\Lambda$ ) variando la altura (b) en intervalos de 0,1 entre los márgenes de 0,67 H y 0,86 H. Cada alternativa se combina para cada valor de la relación de espesor comprendida entre 0,15 y 0,23. Los parámetros son determinados bajo las condiciones impuestas en el apartado anterior.



La alternativa seleccionada bajo el criterio de menor área del timón ( $A_r$ ) porque supone menor peso y menor par ejercido en la mecha del timón. La combinación de relación de aspecto y espesor deberá ser lo mayor posible para obtener mayor huelgo entre codaste y timón.

Para el ángulo del desprendimiento se considera los valores derivados de NavCAD para el propulsor seleccionado obtenidos con las siguientes expresiones:

$$Kt = \frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D^4} \quad J = \frac{V_A}{n \cdot D}$$

$$Kt = 0,1814 \quad J = 0,7421$$

La alternativa seleccionada bajo los criterios impuestos resulta ser la N° 57 con los parámetros de la tabla, el resto de alternativas serán mostradas en el Anexo.

**Tabla 12: Parámetros del timón**

Relación aspecto, $\lambda$	1,6
b/H	0,86
Altura, b	4,743 m
Cuerda, c	2,964 m
Relación espesor, E	0,23
Área del timón, $A_r$	14,059 m <sup>2</sup>
Ángulo de desprendimiento, $\delta_s$	35,304 °

### 5.2.1 Área de Compensación

El área de compensación se define por la superficie a proa del eje de la mecha del timón. El timón del proyecto sería compensado porque la altura de esta área se iguala a la altura del timón.

La compensación trata de acercar el centro de presión donde se ejerce la fuerza al eje de la mecha y reducir así el momento torsor de la mecha del timón que requerirá un diámetro menor así como menor potencia en el servomotor.

El área se obtiene de la siguiente expresión:

$$A_{compensación} = (A_{pr}/A_t) \cdot 100$$

$A_{pr}$ , área a proa de la mecha del timón

$A_t$ , área total del timón

La Sociedad de Clasificación indica que el área de compensación no debe superar el 23% del  $A_t$  y que la longitud de éste área no supere el 35% de la longitud total,  $c$ . Según el libro de “Principios de Teoría del Buque, Dinámica”, de acuerdo a ensayos con modelos, corresponde para el buque proyecto el valor de **0,23** obteniendo:

$$A_{compensación} = 0,23 \cdot 14,059 \text{ m}^2 = 3,234 \text{ m}^2$$

### 5.3 Determinación de fuerzas y momentos

Se analizará la integración de la fuerza de presión ejercida por el agua para el timón en el caso más desfavorable de  $35^\circ$  y también se aplicarán las Sociedades de Clasificación.

De acuerdo al método propuesto por DNV-GL (2016) en *Part 3, Chapter 14, Section 1*. La fuerza del timón  $C_R$  se determina como sigue:

$$C_R = 132 \cdot A \cdot V^2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_t \text{ (N)}$$

Donde:

$A = A_r$ , área total de la pala

$K_1$ , coeficiente en función de la relación de aspecto dado por:

$$K_1 = \frac{\Lambda + 2}{3} \quad \rightarrow \quad K_1 = \frac{1,6 + 2}{3} = 1,2$$

$V$ , velocidad de servicio en nudos. Marcha adelante tendrá una  $V_0$  de 25 kn. y marcha atrás se tomará  $V_a = 0,5 \times V_0 = 12,5 \text{ Kn}$ .

$K_2$ , coeficiente en función del perfil del timón. Para un perfil con flap (Alta sustentación) del tipo al mostrado en la figura corresponde:

Marcha adelante  $\rightarrow K_2 = 1,7$

Marcha atrás  $\rightarrow K_2 = 1,3$

**Figura 9: Perfil con flap**

High lift rudders



Fuente: DNV-GL 2016

$K_3$ , coeficiente en función de la posición del timón. Para timones detrás del chorro de la hélice corresponde el valor de 0,80.

$K_t$ , coeficiente en función del coeficiente de empuje  $C_{th}$ , se define para el valor 1 generalmente.

Aplicando los valores, obtenemos la fuerza aplicada en el timón marcha adelante y atrás:

$$C_{R\_AVANTE} = 132 \cdot 17,283 \cdot 25^2 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = \mathbf{2326,983 \text{ kN}}$$

$$C_{R\_TRAS} = 132 \cdot 17,283 \cdot 12,5^2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8 \cdot 1 = \mathbf{444,864 \text{ kN}}$$

Asimismo el momento torsor se aplica de la siguiente manera:

$$Q_R = C_R \cdot r \text{ (Nm)}$$

Donde:

$r$ ; brazo de palanca definido como  $\rightarrow r = c \times (\alpha - k)$  siendo  $c$  la cuerda del timón en metros.

$\alpha_{AVANTE} = 0,33$  para timones "high lift" ;  $\alpha_{TRAS} = 0,66$  valor general

$k = A_{pr}/A$  para timones compensados, es equivalente a la relación del área compensada de 0,23

Se obtiene el momento torsor con lo siguiente:

$$Q_{R\_AVANTE} = 2326,983 \cdot 2,964 \cdot (0,33 - 0,23) = \mathbf{689,7 \text{ kNm}}$$

$$Q_{R\_ATRÁS} = 444,864 \cdot 2,964 \cdot (0,66 - 0,23) = \mathbf{566,989 \text{ kNm}}$$

El servo ha de suministrar un total de 689,7 KNm para ambos timones. No se indica un mínimo exigido para timones como el de proyecto.

#### 5.4 Escantillonado de la mecha del timón

Según la Sociedad de Clasificación el diámetro mínimo de la mecha se calcula con lo siguiente:

$$D_t = 4,2 \cdot \sqrt[3]{Q_R}$$

Donde  $Q_R$  es el momento calculado previamente en Nm y  $k_r$  un coeficiente en función de la resistencia del material. Para un límite elástico  $R_{EH}$  de 235N/mm<sup>2</sup> entonces:

- $k = 235 / R_{EH} = 1$

Se obtiene el diámetro:

$$D_t = 4,2 \cdot \sqrt[3]{689700} \text{ (mm)}$$

$$D_t = \mathbf{371 \text{ mm}}$$

Para este diámetro no ha de exceder la tensión de:

$$\tau_t = \frac{50}{k} \rightarrow \tau_t = 50 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma = \frac{110}{k} \rightarrow \tau_t = 110 \frac{N}{mm^2}$$

#### 5.4.1 Fuerzas y momentos de la mecha del timón

Se calcula el momento flector ( $M_b$ ) para un timón compensado. La fuerza  $C_R$  a aplicar será la más desfavorable siendo la ejercida en marcha adelante (calculada previamente).

$$M_B = C_R \cdot \left( \frac{l_{20} + l_{10}(2c_1 + c_2)}{3 \cdot (c_1 + c_2)} \right) \quad (Nm)$$

$$M_B = 2326,983 \cdot \left( \frac{1,411 + 0,376 (2 \cdot 3,066 + 3,066)}{3 \cdot (3,066 + 3,066)} \right) \quad (Nm)$$

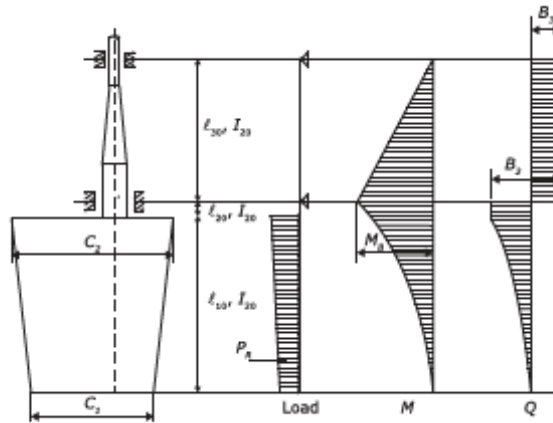
$$M_B = 615,95 \quad (KNm)$$

Las fuerzas cortantes del timón se calculan de acuerdo a la geometría indicada en la figura 10 de la Sociedad Clasificadora.

$$B_3 = \frac{M_b}{l_{30}} = \frac{615,95}{1,693} = 363,82 \text{ KN}$$

$$B_2 = C_R + B_3 = 2326,983 + 363,82 = 2690,8 \text{ KN}$$

Figura 10: Distribución de momentos y fuerzas del timón



Fuente: DNV-GL 2015

#### 5.4.2 Resistencia de la mecha del timón

Considerando adicionales momentos flectores en la mecha del timón, el diámetro ha de ser incrementado de acuerdo a lo siguiente:

$$D_1 = 0,1 \cdot D_t \cdot \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{M_b}{Q_R}\right)^2} \text{ (cm)}$$

Como se realizó en el cálculo de fuerzas y momentos, se tomará el par más desfavorable de los calculados en el apartado 4.3 siendo el par en marcha avante. El diámetro a considerar será:

$$D_1 = 0,1 \cdot 371 \cdot \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{615950}{689700}\right)^2} = \mathbf{40,2 \text{ cm}}$$

La tensión máxima admisible para este diámetro se obtendrá de:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \frac{118}{k_r} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Siendo:

$$\sigma_b, \text{ tensión de flexión, } \sigma_b = \frac{10,2 \cdot M_b}{D_1^3} = 96,7 \text{ N/mm}^2$$

$\tau$ , tensión torsional

$$\bullet \quad \tau = \frac{5,1 \cdot Q_R}{D_1^3} = 54,14 \text{ N/mm}^2$$

Finalmente resulta en:

$$\sigma_v = \sqrt{96,7^2 + 3 \cdot 54,14^2} = 134,7 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_v = \mathbf{134,7 \text{ N/mm}^2}$$

#### 5.5 Cálculo de la potencia de los servos

La potencia del servomotor se calculará partiendo de la velocidad angular mínima del timón según la Sociedades de Clasificación y el par ejercido en la mecha del timón. La velocidad angular parte de que ha de girar 35° a una banda a 30° de la otra banda en un tiempo máximo de 28 segundos. Esto supone una velocidad angular de:

$$\omega = \frac{35^\circ + 30^\circ}{28''} \cdot \frac{\pi \text{ rad}}{180^\circ} = 0,0405 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Se aplica el diámetro  $D_t = 371 \text{ mm}$ . El par ejercido resulta en:

$$Q_F = 0,02664 \cdot \frac{D_t^3}{k_r} = 1360,36 \text{ KNm}$$

La potencia de los servos se determina:

$$P = \frac{Q_F \cdot \omega}{\eta} = 78,706 \text{ KW}$$

Se instalaran dos servos suponiendo un rendimiento del 65% al que se le añade un margen del 5%.

## 6. Índices de maniobrabilidad

La maniobrabilidad se predice mediante:

- datos empíricos y pruebas de mar,
- simulaciones informáticas usando coeficientes hidrodinámicos y relaciones dimensionales de buques existentes.
- Experimentos con modelos de buques autopropulsados
- Experimentos con modelos remolcados.

Bajo el cumplimiento de la reglamentación de IMO, Resolución A.751 (18), “Normas sobre maniobrabilidad de los buques” aprobada en Noviembre de 1993 para buques de eslora mayor o igual a 100 m. de eslora; la maniobrabilidad se validará si cumple las condiciones entre otras de:

- Capacidad de evolución (Turning ability)
- Capacidad de evolución inicial (initial turning ability)
- Capacidad para mantener el rumbo (Course keeping ability)
- Capacidad de parada (Stopping ability)

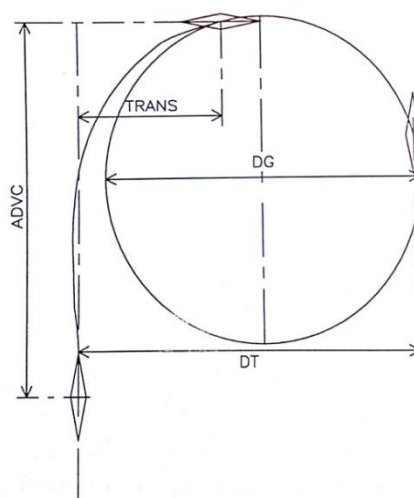
Se estimarán los índices en base a unas formulaciones estadísticas en la etapa de proyecto recogidas en el libro “El proyecto básico de un buque mercante”.

### 6.1 Capacidad de evolución (Turning ability)

Esta característica se relaciona con el área que necesita el buque para realizar un cambio de rumbo importante a un ángulo del timón de 35 y 10 grados. Se relaciona con los parámetros mostrados en la figura de: diámetro de giro, diámetro de evolución, avance, caída o transferencia.

La seguridad del buque será buena si es posible realizar un cambio de rumbo para evitar un obstáculo.

**Figura 11: Parámetros de capacidad de evolución**



Se calculan los índices para cada condición de carga y para una velocidad de 22,5 nudos, el 90 % de la velocidad de servicio y ángulo de 35° donde se muestra la influencia de la condición de carga siendo la llegada en lastre la condición más favorable.

**Tabla 13: Maniobrabilidad según condición de carga**

	Salida a plena carga, 100%consumos	Llegada a plena carga, 10%consumos	Salida en lastre, 100% provisiones sin carga	Llegada en lastre, 10% provisiones sin carga
<b>Diámetro de giro (m)</b>	996	938	949	867
<b>Diámetro de evolución (m)</b>	1021	964	974	893
<b>Avance (m)</b>	722	693	698	656
<b>Caída o transferencia (m)</b>	478	448	453	410

### 6.1.1 Diámetro de giro

Para buques de dos hélices el diámetro de giro es estimado con la siguiente expresión:

$$DG = Lpp \left[ 0,727 - \frac{197CB}{DEL R} + \frac{4,65B}{Lpp} + \frac{41 \cdot TRI}{Lpp} + \frac{188}{DEL R} - \frac{218 \cdot AR}{(Lpp \cdot T)(NTI - 1)} + \frac{1,77 \cdot V}{\sqrt{Lpp}} + \frac{25,66 \cdot AB}{(Lpp \cdot T)} \right]$$

Donde:

DEL R = 35°, ángulo del timón

TRI=0, trimado del buque

NTI=2, número de timones

AB=21,81 m<sup>2</sup>, Área proyectada del perfil de bulbo a proa sobre crujía en m<sup>2</sup>

AR=14,059 m<sup>2</sup>, Área lateral proyectada de cada timón en m<sup>2</sup>

V=25 Kn., Velocidad del buque en nudos.

Para un ángulo de timones de 35° y AB de 21,81 m<sup>2</sup> con trimado 0 el diámetro de giro máximo sería:

$$DG = 739,87m \text{ (4,117 } Lpp)$$

### 6.1.2 Diámetro de táctico o de evolución

Para buques de dos hélices este diámetro se calcula en función del anterior.

$$DT = Lpp \left( 0,14 + \frac{DG}{Lpp} \right)$$

$$DT = 765,03m = 4,257 Lpp$$

Cumpliría con la condición de IMO puesto que no supera 5 veces la eslora entre perpendiculares.

### 6.1.3 Avance

Para buques de dos hélices,

$$ADVC = Lpp \left( \frac{0,514 DT}{Lpp} + 1,1 \right)$$

$$ADVC = 590,895 m = 3,288 Lpp$$



Cumpliría con la condición de IMO puesto que no supera 4,5 veces la eslora entre perpendiculares.

#### 6.1.4 Caída o transferencia

$$TRANS = Lpp \left( \frac{0,531 DT}{Lpp} - 0,357 \right)$$
$$TRANS = 342,077 \text{ m}$$

#### 6.2 Capacidad para cambiar el rumbo (Course keeping ability)

Se determina la capacidad para cambiar la trayectoria en el menor espacio y tiempo posible, lo que supone facilidad de evolución y gobierno.

Se define por el avance y el número P de Norrbín que representa el ángulo de rumbo girado por unidad de ángulo del timón tras recorrer una longitud igual a la eslora. También emplea otros índices como el de Nomoto para resolver ecuaciones de movimiento de las maniobras de zig-zag.

Según la IMO, el ángulo de rebasamiento en la maniobra de zigzag no excederá para nuestro buque proyecto de lo siguiente:

$$\text{MANIOBRA Z 10/10} \rightarrow 5 + \frac{1}{2} \left( \frac{L}{V} \right) = 12,76^\circ$$

$$\text{MANIOBRA Z 20/20} \rightarrow \text{inferior a } 20^\circ$$

Siguiendo la recta de regresión según datos empíricos del libro “El proyecto básico del buque mercante” para cargueros tenemos:

a) para ángulo de rebasamiento (DELO) y ángulo del timón (DELR) de  $10^\circ$ .

$$DELO/DELR_{10} = 3,2 \cdot \left( CB \cdot \frac{B}{Lpp} + 0,14 \right) = 0,739$$

Aplicamos un margen de 20%

$$DELO = (0,739 \cdot 10^\circ) \cdot 1,2 = 8,87^\circ$$

$$\mathbf{DELO = 8,87^\circ}$$

b) para ángulo de rebasamiento (DELO) y ángulo del timón (DEL R) de 20°.

$$DELO/DEL R_{20} = 14,29 \cdot \left( CB \cdot \frac{B}{L_{pp}} - 0,047 \right) = 0,628$$

Aplicamos un margen de 20%

$$DELO = (0,628 \cdot 20^\circ) \cdot 1,2 = 15,072^\circ$$

$$\mathbf{DELO} = 15,072^\circ$$

### 6.3 Capacidad de parada (Stopping ability)

La distancia de parada indica la distancia recorrida por un buque tras una maniobra de todo atrás. La distancia RH se representa en función del parámetro de potencia, PP.

PBA= 12897,95 HP , máxima potencia marcha atrás

DP=4,7 m, diámetro del propulsor

$\Delta$ =18677 t.

V=25 nudos

$$PP = 0,305 V^3 \cdot \frac{\Delta}{PBA \cdot DP} = 1468,27$$

$$RH = 0,305 \exp(0,773 - 5 \cdot 10^{-5} PP + 0,617 \ln(PP)) \cdot \Delta^{\frac{1}{3}} = 1464,93 \text{ m}$$

$$\mathbf{RH} = 1464,93 \text{ m} = 8,152 L_{pp}$$

IMO requiere que la distancia no exceda de 15 veces la Lpp, por tanto cumple

## 7. Bibliografía

- Aguado, J. G. (2003). *Principios de teoría del buque.Dinámica*. Universidad de la Coruña.
- Alvariño, R., Azpiroz, J., & Meizoso , M. (2007). *El proyecto básico del buque mercante*. (2ª ed.). Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- AS, D. G. (Octubre 2015). *Rules for classification: Ships.Pt3Ch14."Rudders and steering"* (amended January 2016 ed.).
- Baquero, A. (2011). *Introducción a la Resistencia y Propulsión*. Madrid: ETSIN.
- Hooft, J. P., & Nienhuis, U. (1994). *The Prediction of the Ship's Maneuverability in the Design Stage*. MARIN. Wageningen: SNAME.
- Lewis, E. V. (s.f.). *Principles of Naval Architecture (2ª Revision)* (Vol. II). Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- OMI. (s.f.). *Resolución A751 (18). Normas provisionales sobre la maniobrabilidad de los buques*.

# **Anexo I:**

Predicción de potencia

## 1. Predicción potencia al remolque

### Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (C1)		Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction		Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Andersen		Wind:	[Off]
Reference ship:				Seas:	[Off]
Model LWL:				Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard		Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57		Margin:	[Calc] Hull + added drag [15%]
Hull form factor:	[On]	1,000		Water properties	
Speed corr:	[Off]			Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]			Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15			

### Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,30	6,97*	0,65	7,35
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

### Prediction results

	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
SPEED [kt]	FN	FV	RN	CF	[CTLT/CF]	CR	dCF	CA	CT
1,00 !	0,012	0,032	8,01e7	0,002152	1,000	0,000003	0,000000	0,000452	0,002607
10,00	0,121	0,319	8,01e8	0,001574	1,000	0,000798	0,000000	0,000399	0,002771
15,00	0,181	0,478	1,20e9	0,001496	1,000	0,000844	0,000000	0,000353	0,002693
17,00	0,205	0,542	1,36e9	0,001474	1,000	0,000859	0,000000	0,000338	0,002670
19,00	0,229	0,606	1,52e9	0,001454	1,000	0,000837	0,000000	0,000323	0,002614
22,00	0,266	0,701	1,76e9	0,001428	1,000	0,000862	0,000000	0,000303	0,002594
24,00	0,290	0,765	1,92e9	0,001414	1,000	0,001310	0,000000	0,000291	0,003015
+ 25,00 +	0,302	0,797	2,00e9	0,001407	1,000	0,001691	0,000000	0,000285	0,003383
25,20	0,304	0,803	2,02e9	0,001405	1,000	0,001770	0,000000	0,000284	0,003459
26,00	0,314	0,829	2,08e9	0,001400	1,000	0,002043	0,000000	0,000279	0,003723
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
1,00 !	1,46	0,07	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	1,77	
10,00	155,69	7,78	0,00	0,00	0,00	24,52	24,52	187,99	
15,00	340,45	17,02	0,00	0,00	0,00	53,62	53,62	411,10	
17,00	433,55	21,68	0,00	0,00	0,00	68,28	68,28	523,51	
19,00	530,13	26,51	0,00	0,00	0,00	83,50	83,50	640,13	
22,00	705,26	35,26	0,00	0,00	0,00	111,08	111,08	851,60	
24,00	975,61	48,78	0,00	0,00	0,00	153,66	153,66	1178,05	
+ 25,00 +	1187,81	59,39	0,00	0,00	0,00	187,08	187,08	1434,28	
25,20	1234,27	61,71	0,00	0,00	0,00	194,40	194,40	1490,38	
26,00	1413,87	70,69	0,00	0,00	0,00	222,69	222,69	1707,25	
EFFECTIVE POWER			OTHER						
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
1,00 !	0,8	0,9	0,00005	0,05327	0,00001				
10,00	800,9	967,1	0,01632	0,05663	0,00083				
15,00	2627,2	3172,3	0,01724	0,05504	0,00180				
17,00	3791,6	4578,4	0,01755	0,05457	0,00230				
19,00	5181,7	6257,0	0,01710	0,05342	0,00281				
22,00	7982,0	9638,3	0,01762	0,05300	0,00374				
24,00	12045,5	14545,0	0,02678	0,06161	0,00517				
+ 25,00 +	15276,5	18446,4	0,03456	0,06913	0,00629				
25,20	16001,1	19321,3	0,03618	0,07070	0,00654				
26,00	18911,4	22835,5	0,04176	0,07608	0,00749				

ANEXO I: Predicción de potencia  
Noelia López Puentenueva

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	185,244 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 7,351] 25,200 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 4,065] 6,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,648] 19242,40 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,220] 4138,3 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 92,227 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,456] 84,437 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,981] 153,3 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,894] 4174,0 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	14,9 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,267 m	Max prop diameter:	4500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	190,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	10,987 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 25,200 m	Position below WL:	2,370 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	13,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK flow] -1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[BTK flow] -1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Report ID20170518-2243

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029 S1002.539

#### Appendage data

<b>General</b>		<b>Skeg/Keel</b>	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
<b>Planing influence</b>		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
<b>Shafting</b>		Height mid:	0,000 m
Count:	2	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	4500,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	<b>Stabilizer</b>	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
<b>Strut (per shaft line)</b>		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	<b>Bilge keel</b>	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	<b>Tunnel thruster</b>	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
<b>Rudder</b>		<b>Sonar dome</b>	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	<b>Miscellaneous</b>	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,0 m2		
Wetted surface:	0,0 m2		

#### Environment data

<b>Wind</b>		<b>Seas</b>	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	<b>Shallow/channel</b>	
<b>Exposed hull</b>		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	287,8 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	5,950 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	2189,6 m2	Channel side slope:	0,00 deg
<b>Superstructure</b>		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	187,4 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	340,2 m2		

**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed  
FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
  
RN = Reynolds number [LWL]  
CF = Frictional resistance coefficient  
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]  
CR = Residuary resistance coefficient  
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness  
CA = Correlation allowance [dynamic]  
CT = Total bare-hull resistance coefficient  
  
RBARE = Bare-hull resistance  
RAPP = Additional appendage resistance  
RWIND = Additional wind resistance  
RSEAS = Additional sea-state resistance  
RCHAN = Additional shallow/channel resistance  
RTOWED = Additional towed object resistance  
RMARGIN = Resistance margin  
RTOTAL = Total vessel resistance  
  
PEBARE = Bare-hull effective power  
PETOTAL = Total effective power  
  
CTLR = Telfer residuary resistance coefficient  
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient  
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds parameter limit



## 2. Predicción potencia por empuje para 5 palas

### Analysis parameters

<b>Hull-propulsor interaction</b>		<b>System analysis</b>	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Andersen	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	4700,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stem corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

### Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,30	6,97*	0,65	7,35
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

### Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
1,00 !	0,9	0,1637	0,1694	0,9850	50	1,8	—	0,0	
10,00	967,1	0,1637	0,1694	0,9850	506	1831,1	—	6,9	
15,00	3172,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	3929,5	—	14,8	
17,00	4578,4	0,1637	0,1694	0,9850	600	4808,9	—	18,1	
19,00	6257,0	0,1637	0,1694	0,9850	600	5897,2	—	22,2	
22,00	9638,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	8181,1	—	30,8	
24,00	14545,0	0,1637	0,1694	0,9850	600	11904,3	—	44,8	
+ 25,00 +	18446,4	0,1637	0,1694	0,9850	600	15201,6	—	57,2	
25,20	19321,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	15978,2	—	60,1	
26,00	22835,5	0,1637	0,1694	0,9850	600	19207,1	—	72,3	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
1,00 !	15	1,03	0,32	1,7	1,7	3,4	3,5	—	2025,4
10,00	155	106,42	32,70	1758,6	1794,5	3589,0	3662,3	265,1	2025,4
15,00	184	192,56	59,16	3773,9	3850,9	7701,9	7859,1	185,3	2580,5
17,00	184	235,66	72,40	4618,5	4712,8	9425,5	9617,9	171,6	2960,6
19,00	184	288,98	88,79	5663,7	5779,2	11558,5	11794,4	156,4	3349,5
22,00	184	400,91	123,18	7857,2	8017,5	16035,1	16362,3	130,5	3986,4
24,00	184	583,35	179,23	11432,9	11666,2	23332,4	23808,6	97,9	4642,2
+ 25,00 +	184	744,93	228,87	14599,6	14897,6	29795,1	30403,2	79,8	5087,2
25,20	184	782,99	240,57	15345,4	15658,6	31317,2	31956,4	76,6	5182,8
26,00	184	941,22	289,18	18446,5	18822,9	37645,9	38414,1	65,7	5558,1
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
1,00 !	0,2751	0,9800	0,2638	0,16314	1,06	1,76			
10,00	0,2811	0,9800	0,2695	0,17203	113,16	187,99			
15,00	0,4296	0,9800	0,4119	0,25923	247,46	411,10			
17,00	0,5066	0,9800	0,4857	0,30441	315,12	523,51			
19,00	0,5646	0,9800	0,5413	0,33564	385,33	640,13			
22,00	0,6269	0,9800	0,6011	0,37124	512,62	851,60			
24,00	0,6502	0,9800	0,6234	0,4151	709,12	1178,05			
+ 25,00 +	0,6457	0,9800	0,6191	0,43669	863,36	1434,28			
25,20	0,6435	0,9800	0,6170	0,44008	897,13	1490,38			
26,00	0,6327	0,9800	0,6066	0,44885	1027,67	1707,25			

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
1,00 !	0,3730	0,0384	0,00829	0,27614	0,15974	0,70319	2,5947	4,29e6	
10,00	0,3691	0,0401	0,00838	0,29426	0,16663	0,74932	2,7067	4,34e7	
15,00	0,4668	0,0623	0,01077	0,28599	0,10595	0,72826	1,721	5,18e7	
17,00	0,5290	0,0793	0,01319	0,28354	0,089072	0,72203	1,4469	5,21e7	
19,00	0,5912	0,0970	0,01617	0,27756	0,078239	0,70679	1,2709	5,24e7	
22,00	0,6846	0,1291	0,02243	0,27541	0,069918	0,70133	1,1357	5,29e7	
24,00	0,7468	0,1786	0,03264	0,32013	0,078363	0,81521	1,2729	5,33e7	
+ 25,00 +	0,7779	0,2174	0,04168	0,3592	0,088534	0,91471	1,4381	5,35e7	
25,20	0,7842	0,2259	0,04381	0,36735	0,090859	0,93546	1,4759	5,36e7	
26,00	0,8091	0,2588	0,05266	0,39531	0,099445	1,0066	1,6153	5,38e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
1,00 !	1448,31	201,52	40,51	3,62	0,076	0,07	2,0	2,0	1934,6
10,00	14,48	1,97	0,40	36,62	0,189	7,45	2,0	2,0	1928,6
15,00	6,44	1,40	0,28	43,44	0,318	16,30	2,0	2,0	2430,9
17,00	5,01	1,40	0,27	43,44	0,382	20,75	2,0	2,0	2752,2
19,00	4,01	1,40	0,27	43,44	0,448	25,38	2,0	2,0	3068,2
22,00	2,99	1,40	0,26	43,44	0,570	33,76	2,0	2,0	3549,4
24,00	2,51	1,40	0,26	43,44	0,763	46,70	3,2	3,2	3944,3
+ 25,00 +	2,32	1,40	0,26	43,44	0,916	56,86	6,3	6,3	4172,4
25,20	2,28	1,40	0,26	43,44	0,950	59,08	7,2	7,2	4219,0
26,00	2,14	1,40	0,26	43,44	1,079	67,68	11,3	11,3	4399,1

Report ID20170603-1015

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.5 1002.539

#### Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	185,244 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 7,351] 25,200 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 4,065] 6,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,648] 19242,40 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,220] 4138,3 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 92,227 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,456] 84,437 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,981] 153,3 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,894] 4174,0 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	14,9 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,267 m	Max prop diameter:	4700,0 mm
Bulb nose fwd TR:	190,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	10,987 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 25,200 m	Position below WL:	2,370 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	13,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK flow] -1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[BTK flow] -1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

#### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	2	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	CPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,9547 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	4500,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 1,1477] 5164,7 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	3766,2 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition	
Engine data:	Generic diesel	Max prop diam:	4700,0 mm
Rated RPM:	600 RPM	Design speed:	25,00 kt
Rated power:	26580,0 kW	Reference power:	18810,0 kW
Gear efficiency:	0,980	Design point:	0,850
Load correction:	Off	Reference RPM:	600,0
Gear ratio:	3,255 [Size]	Design point:	1,000
Shaft efficiency:	0,980		

### 3. Predicción potencia por empuje para 4 palas

#### Analysis parameters

<b>Hull-propulsor interaction</b>		<b>System analysis</b>	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Andersen	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	4700,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stem corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

#### Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,30	6,97*	0,65	7,35
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

#### Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
1,00 !	0,9	0,1637	0,1694	0,9850	47	1,6	—	0,0	
10,00	967,1	0,1637	0,1694	0,9850	474	1621,7	—	6,1	
15,00	3172,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	3906,9	—	14,7	
17,00	4578,4	0,1637	0,1694	0,9850	600	4734,1	—	17,8	
19,00	6257,0	0,1637	0,1694	0,9850	600	5789,2	—	21,8	
22,00	9638,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	8062,7	—	30,3	
24,00	14545,0	0,1637	0,1694	0,9850	600	11804,9	—	44,4	
+ 25,00 +	18446,4	0,1637	0,1694	0,9850	600	15095,1	—	56,8	
25,20	19321,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	15864,2	—	59,7	
26,00	22835,5	0,1637	0,1694	0,9850	600	19032,1	—	71,6	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
1,00 !	14	0,99	0,30	1,5	1,5	3,0	3,1	—	2115,4
10,00	143	102,16	30,91	1557,5	1589,3	3178,5	3243,4	299,3	2115,3
15,00	182	194,42	58,82	3752,2	3828,8	7657,6	7813,9	186,4	2545,3
17,00	182	235,58	71,28	4546,6	4639,4	9278,8	9468,2	174,3	2935,2
19,00	182	288,09	87,16	5560,0	5673,4	11346,9	11578,5	159,3	3331,2
22,00	182	401,23	121,39	7743,4	7901,4	15802,8	16125,3	132,4	3973,3
24,00	182	587,45	177,73	11337,4	11568,8	23137,5	23609,7	98,7	4623,0
+ 25,00 +	182	751,19	227,27	14497,3	14793,2	29586,4	30190,2	80,4	5059,0
25,20	182	789,46	238,85	15236,0	15547,0	31093,9	31728,5	77,1	5152,2
26,00	182	947,10	286,55	18278,4	18651,4	37302,9	38064,2	66,3	5517,2
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
1,00 !	0,3111	0,9800	0,2983	0,17652	1,06	1,76			
10,00	0,3173	0,9800	0,3043	0,18598	113,16	187,99			
15,00	0,4321	0,9800	0,4143	0,24964	247,46	411,10			
17,00	0,5146	0,9800	0,4934	0,29606	315,12	523,51			
19,00	0,5751	0,9800	0,5514	0,32735	385,33	640,13			
22,00	0,6361	0,9800	0,6099	0,36067	512,62	851,60			
24,00	0,6557	0,9800	0,6286	0,40079	709,12	1178,05			
+ 25,00 +	0,6503	0,9800	0,6235	0,42106	863,36	1434,28			
25,20	0,6481	0,9800	0,6214	0,42438	897,13	1490,38			
26,00	0,6385	0,9800	0,6122	0,4337	1027,67	1707,25			

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
1,00 !	0,3871	0,0379	0,00751	0,25288	0,12938	0,64396	2,1016	4,51e6	
10,00	0,3830	0,0396	0,00760	0,26975	0,13528	0,68691	2,1975	4,56e7	
15,00	0,4538	0,0540	0,00903	0,26217	0,096568	0,6676	1,5686	5,80e7	
17,00	0,5143	0,0688	0,01094	0,25992	0,080382	0,66189	1,3057	5,83e7	
19,00	0,5749	0,0841	0,01338	0,25444	0,070409	0,64792	1,1437	5,86e7	
22,00	0,6656	0,1119	0,01863	0,25247	0,063165	0,64291	1,026	5,92e7	
24,00	0,7261	0,1547	0,02727	0,29347	0,071236	0,74731	1,1571	5,96e7	
+ 25,00 +	0,7564	0,1884	0,03488	0,32928	0,080591	0,83852	1,3091	5,98e7	
25,20	0,7624	0,1958	0,03665	0,33675	0,082697	0,85754	1,3433	5,98e7	
26,00	0,7866	0,2242	0,04397	0,36238	0,090331	0,9228	1,4673	6,00e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
1,00 !	1448,31	217,07	43,54	3,49	0,075	0,08	2,0	2,0	2076,3
10,00	14,48	2,12	0,43	35,29	0,168	8,19	2,0	2,0	2069,0
15,00	6,44	1,33	0,26	44,67	0,273	17,91	2,0	2,0	2443,7
17,00	5,01	1,33	0,26	44,67	0,325	22,81	2,0	2,0	2766,9
19,00	4,01	1,33	0,26	44,67	0,379	27,89	2,0	2,0	3085,1
22,00	2,99	1,33	0,25	44,67	0,477	37,11	2,0	2,0	3569,1
24,00	2,51	1,33	0,25	44,67	0,635	51,33	4,1	4,1	3962,0
+ 25,00 +	2,32	1,33	0,25	44,67	0,760	62,50	7,9	7,9	4187,7
25,20	2,28	1,33	0,24	44,67	0,787	64,94	9,0	9,0	4233,7
26,00	2,14	1,33	0,24	44,67	0,893	74,39 !	13,7	13,7	4412,0

Report ID00170603-1024

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.51002.539

#### Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	185,244 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 7,351] 25,200 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 4,065] 6,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,648] 19242,40 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,220] 4138,3 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 92,227 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,456] 84,437 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,981] 153,3 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,894] 4174,0 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	14,9 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,267 m	Max prop diameter:	4700,0 mm
Bulb nose fwd TR:	190,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	10,987 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 25,200 m	Position below WL:	2,370 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	13,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK flow] -1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[BTK flow] -1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

#### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	2	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	CPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,7962 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	4700,0 mm [Size]	Blade T/C [0,7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 1,0946] 5144,6 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	3766,2 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition	
Engine data:	Generic diesel	Max prop diam:	4700,0 mm
Rated RPM:	600 RPM	Design speed:	25,00 kt
Rated power:	26580,0 kW	Reference power:	18810,0 kW
Gear efficiency:	0,980	Design point:	0,850
Load correction:	Off	Reference RPM:	600,0
Gear ratio:	3,305 [Size]	Design point:	1,000
Shaft efficiency:	0,980		



## 4. Comprobación de la selección

### Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Andersen	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	4700,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit (RPM/s):	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stem corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

### Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,30	6,97*	0,65	7,35
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

### Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
1,00 !	0,9	0,1637	0,1694	0,9850	48	1,9	—	0,0	
10,00	967,1	0,1637	0,1694	0,9850	481	1941,9	—	7,3	
15,00	3172,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	4390,5	—	16,5	
17,00	4578,4	0,1637	0,1694	0,9850	600	5189,5	—	19,5	
19,00	6257,0	0,1637	0,1694	0,9850	600	6219,1	—	23,4	
22,00	9638,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	8447,8	—	31,8	
24,00	14545,0	0,1637	0,1694	0,9850	600	12111,9	—	45,6	
+ 25,00 +	18446,4	0,1637	0,1694	0,9850	600	15329,9	—	57,7	
25,20	19321,3	0,1637	0,1694	0,9850	600	16082,0	—	60,5	
26,00	22835,5	0,1637	0,1694	0,9850	600	19181,4	—	72,2	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
1,00 !	15	1,15	0,35	1,8	1,8	3,7	3,7	—	2115,4
10,00	148	118,31	36,48	1865,0	1903,1	3806,2	3883,9	249,9	2115,4
15,00	185	214,37	66,10	4216,6	4302,7	8605,4	8781,0	165,8	2554,7
17,00	185	253,39	78,13	4984,0	5085,7	10171,5	10379,1	159,0	2926,2
19,00	185	303,65	93,63	5972,8	6094,7	12189,4	12438,1	148,3	3305,0
22,00	185	412,48	127,19	8113,3	8278,9	16557,7	16895,7	126,4	3920,6
24,00	185	591,38	182,36	11632,3	11869,7	23739,3	24223,8	96,2	4538,9
+ 25,00 +	185	748,50	230,81	14722,8	15023,3	30046,6	30659,7	79,2	4950,7
25,20	185	785,23	242,13	15445,1	15760,4	31520,7	32164,0	76,1	5038,4
26,00	185	936,56	288,79	18421,8	18797,8	37595,6	38362,8	65,8	5381,7
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
1,00 !	0,2589	0,9800	0,2483	0,14694	1,06	1,76			
10,00	0,2650	0,9800	0,2541	0,15531	113,16	187,99			
15,00	0,3845	0,9800	0,3686	0,22214	247,46	411,10			
17,00	0,4695	0,9800	0,4501	0,27008	315,12	523,51			
19,00	0,5354	0,9800	0,5133	0,30473	385,33	640,13			
22,00	0,6071	0,9800	0,5821	0,34422	512,62	851,60			
24,00	0,6390	0,9800	0,6127	0,39063	709,12	1178,05			
+ 25,00 +	0,6403	0,9800	0,6139	0,41461	863,36	1434,28			
25,20	0,6393	0,9800	0,6130	0,41864	897,13	1490,38			
26,00	0,6335	0,9800	0,6074	0,43032	1027,67	1707,25			

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
1,00 !	0,3743	0,0354	0,00815	0,2529	0,15544	0,644	2,525	5,30e6	
10,00	0,3704	0,0370	0,00823	0,26975	0,162	0,68691	2,6314	5,36e7	
15,00	0,4453	0,0520	0,00958	0,26217	0,10852	0,6676	1,7628	6,72e7	
17,00	0,5047	0,0662	0,01133	0,25992	0,088115	0,66189	1,4313	6,75e7	
19,00	0,5640	0,0809	0,01357	0,25444	0,075637	0,64792	1,2286	6,79e7	
22,00	0,6531	0,1077	0,01844	0,25247	0,066183	0,64291	1,0751	6,85e7	
24,00	0,7125	0,1490	0,02643	0,29347	0,073088	0,74731	1,1872	6,90e7	
+ 25,00 +	0,7421	0,1814	0,03345	0,32928	0,081844	0,83851	1,3295	6,92e7	
25,20	0,7481	0,1885	0,03510	0,33675	0,083832	0,85754	1,3617	6,93e7	
26,00	0,7718	0,2159	0,04186	0,36238	0,09104	0,9228	1,4788	6,95e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
1,00 !	1448,31	202,94	40,78	3,61	0,076	0,07	2,0	2,0	2007,6
10,00	14,48	1,99	0,40	36,49	0,168	7,20	2,0	2,0	2001,0
15,00	6,44	1,28	0,25	45,53	0,274	15,74	2,0	2,0	2397,7
17,00	5,01	1,28	0,25	45,53	0,326	20,05	2,0	2,0	2714,8
19,00	4,01	1,28	0,25	45,53	0,379	24,51	2,0	2,0	3027,0
22,00	2,99	1,28	0,24	45,53	0,478	32,61	2,0	2,0	3501,9
24,00	2,51	1,28	0,24	45,53	0,636	45,11	2,8	2,8	3887,4
+ 25,00 +	2,32	1,28	0,24	45,53	0,761	54,93	5,4	5,4	4108,8
25,20	2,28	1,28	0,24	45,53	0,788	57,07	6,2	6,2	4154,0
26,00	2,14	1,28	0,23	45,53	0,894	65,38	9,6	9,6	4328,9

Report ID:00170604-1237

HydroComp NavCad 2014 14.02.2023.0.1002.538

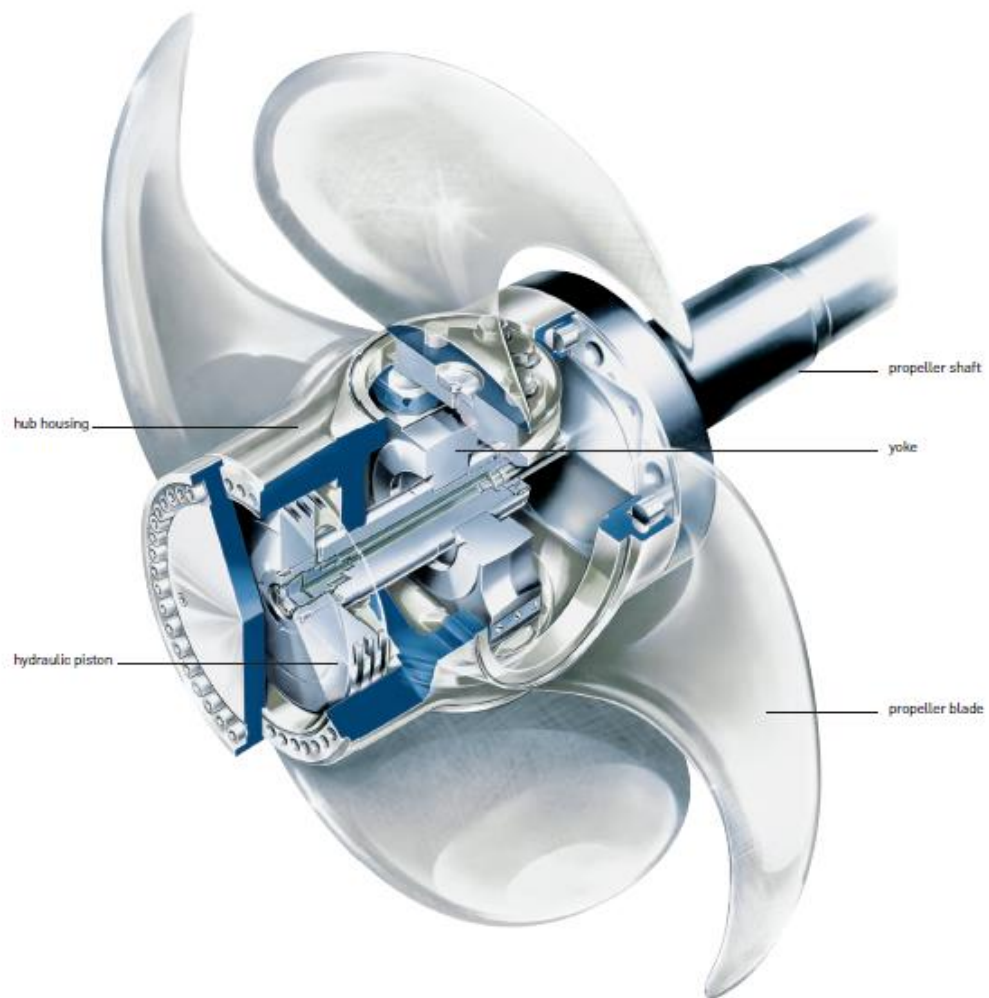




## **Anexo II:**

Propulsores seleccionados

## 1. Propulsores principales

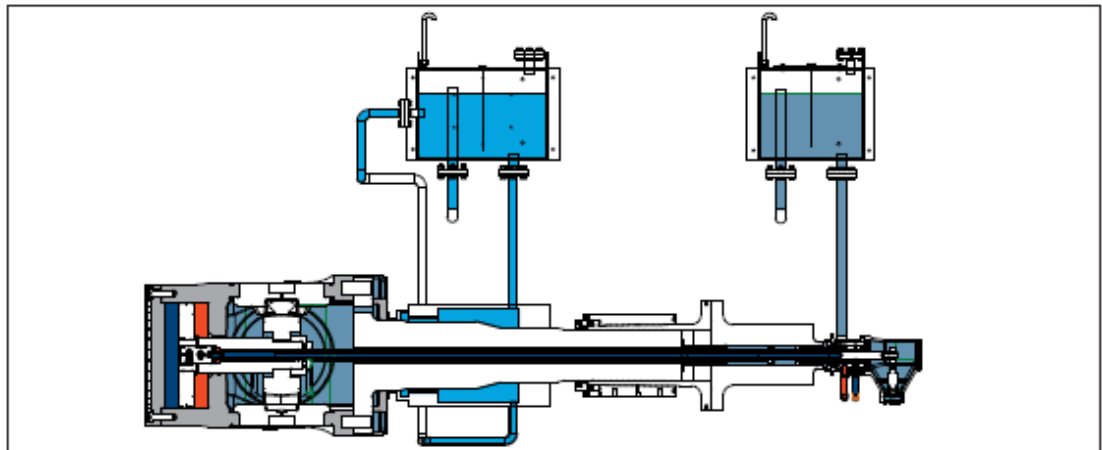


The SCP power range starts at approx. 1000 kW and goes up to 30,000 kW, with corresponding hub diameters from 0.46 m to 2 m. The propellers are available with 4 or 5 blades, the standard version being the four-bladed design.

SCHOTTEL supplies the complete package including the CP propeller, shaftline, hydraulic system and remote control system, if required including stern tube with seals, nozzle and gearbox.

### ADVANTAGES

- Highest propulsive efficiency for changing speed or load
- A reversing gear is not needed.
- Enhanced manoeuvrability
- Easy maintenance thanks to robust design
- Easy operation
- Propulsion package available



**Type SCP-XG:** X-type hub with the servomotor fitted in the hub, the oil supply unit arranged in front of the reduction gear.

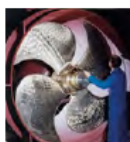
## 2. Propulsores transversales

## Tunnel thrusters

Users can select from eleven diameters and four different models, in each size designed to suit a specific application.

- **AUX:** Standard type for auxiliary use only
- **ICE:** High ice-class with stainless steel propeller blades
- **DPN:** Continuous DP service - shallower draught vessels
- **DPD:** Continuous DP service - deeper draught vessels

Units comprise standard tunnel, propeller unit, hydraulic system and remote control

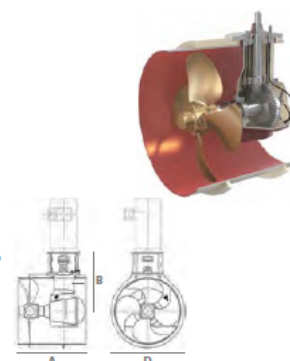


### Technical data

Main dimensions (mm)			Weight (kg)*		Motor input (rpm)	Propeller (rpm)	Tip speed (m/s)	Maximum Power (kW)						
D (Dia)	A (Length)	B (Shaft length)	AUX/AUD	ICE/DPN/DPD				Electric motor			Diesel			
								AUX	ICE/DPN/DPD	DPN/DPD	AUX	ICE/DPN/DPD	DPN/DPD	
1100	1370	867	1150	1150	1465 - 1775	465 - 556	27 - 32	330 - 390	300 - 350	300 - 350	290 - 340	260 - 310	260 - 310	
FP*	1223	867	1150	1150										
1300	1540	1024	2000	2000										
FP	1360	1024	2000	2000	1470 - 1760	390 - 532	27 - 32	495 - 595	445 - 535	445 - 535	435 - 520	390 - 475	260 - 310	
1650	1850	1332	3550	3700	1180 - 1770	312 - 416	27 - 36	750 - 950	700 - 780	700 - 810	650 - 760	600 - 685	650 - 710	
FP	1572	1332	3440	3440										
1850	2000	1487	4600	4600										
FP	1780	1487	4400	4400	980 - 1480	250 - 374	24 - 36	900 - 1050	800 - 950	850 - 950	800 - 930	700 - 840	700 - 840	
2000	2100	1620	6100	6400	980 - 1480	245 - 335	26 - 35	1030 - 1295	925 - 1165	1205 - 950	905 - 1140	815 - 1025	700 - 840	
FP	1830	1620	5900	5900										
2200	2300	1805	8100	8500	980 - 1480	228 - 304	26 - 35	1240 - 1510	1115 - 1365	1180 - 1440	1090 - 1325	980 - 1190	1055 - 845	
FP	1978	1805	7800	7800										
2400	2550	1940	10500	10900										
FP	2263	1940	10000	10000	980 - 1480	211 - 286	27 - 36	1580 - 1910	1420 - 1720	1420 - 1710	1390 - 1680	1250 - 1510	1245 - 1510	
2650	2800	2143	14050	14300	880 - 1190	194 - 262	27 - 36	2150 - 2400	1935 - 2160	2205 - 1980	1892 - 2110	1700 - 2000	1935 - 1735	
FP	2483	2143	13300	13300										
2800	2950	2253	16350	16500										
FP	2617	2253	15500	15500	880 - 980	199 - 222	27 - 33	2380 - 2650	2140 - 2385	2385 - 2140	2090 - 2330	1880 - 2095	2095 - 1880	
3000	3200	2451	20450	20750	710 - 980	165 - 228	27 - 36	2510 - 3350	2260 - 2700	2260 - 2700	2210 - 2640	1990 - 2370	1990 - 2380	
FP	2834	2451	19500	19500										
3300	3450	2710	27250	27500										
FP	3069	2710	26300	26300	710 - 880	149 - 212	27 - 37	3100 - 3700	2790 - 3300	2790 - 3330	2730 - 3250	2450 - 2930	2450 - 2930	

### Key features:

- Available with FP or CP propellers
- Skewed blades for efficiency/ low noise
- Heavy duty propeller for DP units
- Shaft seal pressure control with drain connection in DP thrusters
- Mechanical locked bearings in DP thrusters



# **Anexo III:**

Alternativas de timones

## 1. Alternativas del timón

Nº Alternativa	Λ	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )	E	ds (°)								
						0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
1	1,4	0,67	3,695	9,752		29,145	30,140	31,135	32,131	33,126	34,121	35,116	36,111	37,107
2	1,4	0,68	3,750	10,046		29,168	30,164	31,160	32,156	33,152	34,148	35,144	36,140	37,136
3	1,4	0,69	3,805	10,343		29,191	30,188	31,185	32,182	33,179	34,175	35,172	36,169	37,166
4	1,4	0,7	3,861	10,645		29,215	30,212	31,210	32,207	33,205	34,203	35,200	36,198	37,195
5	1,4	0,71	3,916	10,952		29,238	30,236	31,235	32,233	33,231	34,230	35,228	36,226	37,225
6	1,4	0,72	3,971	11,262		29,261	30,260	31,259	32,259	33,258	34,257	35,256	36,255	37,254
7	1,4	0,73	4,026	11,577		29,284	30,284	31,284	32,284	33,284	34,284	35,284	36,284	37,284
8	1,4	0,74	4,081	11,897		29,308	30,308	31,309	32,310	33,310	34,311	35,312	36,313	37,313
9	1,4	0,75	4,136	12,220		29,331	30,332	31,334	32,335	33,337	34,338	35,340	36,341	37,343
10	1,4	0,76	4,191	12,548		29,354	30,356	31,359	32,361	33,363	34,366	35,368	36,370	37,373
11	1,4	0,77	4,247	12,881		29,377	30,380	31,383	32,387	33,390	34,393	35,396	36,399	37,402
12	1,4	0,78	4,302	13,218		29,400	30,404	31,408	32,412	33,416	34,420	35,424	36,428	37,432
13	1,4	0,8	4,412	13,904		29,447	30,452	31,458	32,463	33,469	34,474	35,480	36,485	37,491
14	1,4	0,81	4,467	14,254		29,470	30,476	31,483	32,489	33,495	34,502	35,508	36,514	37,520
15	1,4	0,82	4,522	14,608		29,493	30,500	31,507	32,515	33,522	34,529	35,536	36,543	37,550
16	1,4	0,83	4,577	14,966		29,516	30,524	31,532	32,540	33,548	34,556	35,564	36,572	37,580
17	1,4	0,84	4,633	15,329		29,540	30,548	31,557	32,566	33,574	34,583	35,592	36,600	37,609
18	1,4	0,85	4,688	15,696		29,563	30,572	31,582	32,591	33,601	34,610	35,620	36,629	37,639
19	1,4	0,86	4,743	16,068		29,586	30,596	31,607	32,617	33,627	34,637	35,648	36,658	37,668

Nº Alternativa					E	ds (°)								
	Λ	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )		0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
20	1,5	0,67	3,695	9,102		28,228	29,192	30,156	31,120	32,084	33,048	34,012	34,976	35,940
21	1,5	0,68	3,750	9,376		28,251	29,216	30,180	31,145	32,110	33,074	34,039	35,004	35,968
22	1,5	0,69	3,805	9,654		28,273	29,239	30,204	31,170	32,135	33,101	34,066	35,032	35,997
23	1,5	0,7	3,861	9,936		28,296	29,262	30,228	31,195	32,161	33,127	34,093	35,059	36,026
24	1,5	0,71	3,916	10,222		28,318	29,285	30,252	31,219	32,186	33,153	34,120	35,087	36,054
25	1,5	0,72	3,971	10,512		28,341	29,309	30,276	31,244	32,212	33,180	34,147	35,115	36,083
26	1,5	0,73	4,026	10,806		28,363	29,332	30,300	31,269	32,237	33,206	34,174	35,143	36,111
27	1,5	0,74	4,081	11,104		28,386	29,355	30,324	31,294	32,263	33,232	34,202	35,171	36,140
28	1,5	0,75	4,136	11,406		28,408	29,378	30,348	31,319	32,289	33,259	34,229	35,199	36,169
29	1,5	0,76	4,191	11,712		28,431	29,402	30,372	31,343	32,314	33,285	34,256	35,227	36,197
30	1,5	0,77	4,247	12,022		28,453	29,425	30,397	31,368	32,340	33,311	34,283	35,254	36,226
31	1,5	0,78	4,302	12,336		28,476	29,448	30,421	31,393	32,365	33,338	34,310	35,282	36,255
32	1,5	0,8	4,412	12,977		28,521	29,495	30,469	31,442	32,416	33,390	34,364	35,338	36,312
33	1,5	0,81	4,467	13,304		28,543	29,518	30,493	31,467	32,442	33,417	34,391	35,366	36,341
34	1,5	0,82	4,522	13,634		28,566	29,541	30,517	31,492	32,467	33,443	34,418	35,394	36,369
35	1,5	0,83	4,577	13,969		28,588	29,564	30,541	31,517	32,493	33,469	34,445	35,422	36,398
36	1,5	0,84	4,633	14,307		28,611	29,588	30,565	31,542	32,519	33,496	34,473	35,449	36,426
37	1,5	0,85	4,688	14,650		28,633	29,611	30,589	31,566	32,544	33,522	34,500	35,477	36,455
38	1,5	0,86	4,743	14,997		28,656	29,634	30,613	31,591	32,570	33,548	34,527	35,505	36,484



Nº Alternativa	$\Lambda$	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )	E	ds (°)								
						0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
39	1,6	0,67	3,695	8,533		27,339	28,272	29,206	30,139	31,073	32,006	32,940	33,873	34,807
40	1,6	0,68	3,750	8,790		27,359	28,293	29,228	30,162	31,096	32,030	32,965	33,899	34,833
41	1,6	0,69	3,805	9,050		27,380	28,315	29,250	30,185	31,119	32,054	32,989	33,924	34,859
42	1,6	0,7	3,861	9,315		27,400	28,336	29,272	30,207	31,143	32,078	33,014	33,950	34,885
43	1,6	0,71	3,916	9,583		27,421	28,357	29,293	30,230	31,166	32,102	33,039	33,975	34,911
44	1,6	0,72	3,971	9,855		27,441	28,378	29,315	30,252	31,189	32,127	33,064	34,001	34,938
45	1,6	0,73	4,026	10,130		27,462	28,400	29,337	30,275	31,213	32,151	33,088	34,026	34,964
46	1,6	0,74	4,081	10,410		27,482	28,421	29,359	30,298	31,236	32,175	33,113	34,051	34,990
47	1,6	0,75	4,136	10,693		27,503	28,442	29,381	30,320	31,260	32,199	33,138	34,077	35,016
48	1,6	0,76	4,191	10,980		27,524	28,463	29,403	30,343	31,283	32,223	33,163	34,102	35,042
49	1,6	0,77	4,247	11,271		27,544	28,485	29,425	30,366	31,306	32,247	33,187	34,128	35,068
50	1,6	0,78	4,302	11,565		27,565	28,506	29,447	30,388	31,330	32,271	33,212	34,153	35,094
51	1,6	0,8	4,412	12,166		27,606	28,548	29,491	30,434	31,376	32,319	33,262	34,204	35,147
52	1,6	0,81	4,467	12,472		27,626	28,570	29,513	30,456	31,400	32,343	33,286	34,230	35,173
53	1,6	0,82	4,522	12,782		27,647	28,591	29,535	30,479	31,423	32,367	33,311	34,255	35,199
54	1,6	0,83	4,577	13,096		27,667	28,612	29,557	30,502	31,446	32,391	33,336	34,280	35,225
55	1,6	0,84	4,633	13,413		27,688	28,633	29,579	30,524	31,470	32,415	33,360	34,306	35,251
56	1,6	0,85	4,688	13,734		27,708	28,655	29,601	30,547	31,493	32,439	33,385	34,331	35,278
57	1,6	0,86	4,743	14,059		27,729	28,676	29,623	30,569	31,516	32,463	33,410	34,357	35,304

Nº Alternativa	$\lambda$	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )	E	ds (°)								
						0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
58	1,7	0,67	3,695	8,031		26,719	27,631	28,544	29,456	30,368	31,281	32,193	33,105	34,018
59	1,7	0,68	3,750	8,273		26,740	27,653	28,566	29,479	30,393	31,306	32,219	33,132	34,045
60	1,7	0,69	3,805	8,518		26,762	27,675	28,589	29,503	30,417	31,331	32,244	33,158	34,072
61	1,7	0,7	3,861	8,767		26,783	27,697	28,612	29,526	30,441	31,355	32,270	33,185	34,099
62	1,7	0,71	3,916	9,019		26,804	27,719	28,635	29,550	30,465	31,380	32,296	33,211	34,126
63	1,7	0,72	3,971	9,275		26,825	27,741	28,657	29,573	30,489	31,405	32,321	33,237	34,153
64	1,7	0,73	4,026	9,534		26,847	27,763	28,680	29,597	30,514	31,430	32,347	33,264	34,180
65	1,7	0,74	4,081	9,797		26,868	27,785	28,703	29,620	30,538	31,455	32,373	33,290	34,207
66	1,7	0,75	4,136	10,064		26,889	27,807	28,726	29,644	30,562	31,480	32,398	33,316	34,235
67	1,7	0,76	4,191	10,334		26,911	27,829	28,748	29,667	30,586	31,505	32,424	33,343	34,262
68	1,7	0,77	4,247	10,608		26,932	27,851	28,771	29,691	30,610	31,530	32,450	33,369	34,289
69	1,7	0,78	4,302	10,885		26,953	27,873	28,794	29,714	30,634	31,555	32,475	33,396	34,316
70	1,7	0,8	4,412	11,450		26,996	27,917	28,839	29,761	30,683	31,605	32,526	33,448	34,370
71	1,7	0,81	4,467	11,738		27,017	27,939	28,862	29,785	30,707	31,630	32,552	33,475	34,397
72	1,7	0,82	4,522	12,030		27,038	27,961	28,885	29,808	30,731	31,655	32,578	33,501	34,424
73	1,7	0,83	4,577	12,325		27,060	27,983	28,907	29,831	30,755	31,679	32,603	33,527	34,451
74	1,7	0,84	4,633	12,624		27,081	28,006	28,930	29,855	30,780	31,704	32,629	33,554	34,478
75	1,7	0,85	4,688	12,926		27,102	28,028	28,953	29,878	30,804	31,729	32,655	33,580	34,506
76	1,7	0,86	4,743	13,232		27,123	28,050	28,976	29,902	30,828	31,754	32,680	33,607	34,533

Nº Alternativa	$\lambda$	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )	E	ds (°)								
						0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
77	1,8	0,67	3,695	7,585		26,090	26,981	27,872	28,763	29,653	30,544	31,435	32,326	33,217
78	1,8	0,68	3,750	7,813		26,111	27,002	27,894	28,786	29,677	30,569	31,460	32,352	33,243
79	1,8	0,69	3,805	8,045		26,132	27,024	27,916	28,808	29,701	30,593	31,485	32,378	33,270
80	1,8	0,7	3,861	8,280		26,152	27,045	27,938	28,831	29,724	30,617	31,510	32,403	33,296
81	1,8	0,71	3,916	8,518		26,173	27,067	27,961	28,854	29,748	30,642	31,535	32,429	33,323
82	1,8	0,72	3,971	8,760		26,194	27,088	27,983	28,877	29,772	30,666	31,560	32,455	33,349
83	1,8	0,73	4,026	9,005		26,215	27,110	28,005	28,900	29,795	30,690	31,585	32,481	33,376
84	1,8	0,74	4,081	9,253		26,235	27,131	28,027	28,923	29,819	30,715	31,611	32,506	33,402
85	1,8	0,75	4,136	9,505		26,256	27,153	28,049	28,946	29,842	30,739	31,636	32,532	33,429
86	1,8	0,76	4,191	9,760		26,277	27,174	28,072	28,969	29,866	30,763	31,661	32,558	33,455
87	1,8	0,77	4,247	10,018		26,298	27,196	28,094	28,992	29,890	30,788	31,686	32,584	33,482
88	1,8	0,78	4,302	10,280		26,319	27,217	28,116	29,015	29,913	30,812	31,711	32,609	33,508
89	1,8	0,8	4,412	10,814		26,360	27,260	28,160	29,060	29,961	30,861	31,761	32,661	33,561
90	1,8	0,81	4,467	11,086		26,381	27,282	28,183	29,083	29,984	30,885	31,786	32,687	33,587
91	1,8	0,82	4,522	11,362		26,402	27,303	28,205	29,106	30,008	30,909	31,811	32,712	33,614
92	1,8	0,83	4,577	11,641		26,423	27,325	28,227	29,129	30,031	30,934	31,836	32,738	33,640
93	1,8	0,84	4,633	11,923		26,443	27,346	28,249	29,152	30,055	30,958	31,861	32,764	33,667
94	1,8	0,85	4,688	12,208		26,464	27,368	28,271	29,175	30,079	30,982	31,886	32,790	33,693
95	1,8	0,86	4,743	12,497		26,485	27,389	28,294	29,198	30,102	31,007	31,911	32,815	33,720

Nº Alternativa	$\lambda$	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )	E	ds (°)								
						0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
96	1,9	0,67	3,695	7,186		25,527	26,399	27,271	28,142	29,014	29,885	30,757	31,629	32,500
97	1,9	0,68	3,750	7,402		25,548	26,420	27,292	28,165	29,037	29,909	30,782	31,654	32,526
98	1,9	0,69	3,805	7,621		25,568	26,441	27,314	28,187	29,060	29,933	30,806	31,679	32,552
99	1,9	0,7	3,861	7,844		25,588	26,462	27,336	28,209	29,083	29,957	30,831	31,704	32,578
100	1,9	0,71	3,916	8,070		25,609	26,483	27,357	28,232	29,106	29,981	30,855	31,730	32,604
101	1,9	0,72	3,971	8,299		25,629	26,504	27,379	28,254	29,129	30,005	30,880	31,755	32,630
102	1,9	0,73	4,026	8,531		25,649	26,525	27,401	28,277	29,153	30,028	30,904	31,780	32,656
103	1,9	0,74	4,081	8,766		25,670	26,546	27,423	28,299	29,176	30,052	30,929	31,805	32,682
104	1,9	0,75	4,136	9,005		25,690	26,567	27,444	28,322	29,199	30,076	30,953	31,830	32,708
105	1,9	0,76	4,191	9,246		25,710	26,588	27,466	28,344	29,222	30,100	30,978	31,856	32,733
106	1,9	0,77	4,247	9,491		25,731	26,609	27,488	28,366	29,245	30,124	31,002	31,881	32,759
107	1,9	0,78	4,302	9,739		25,751	26,630	27,509	28,389	29,268	30,147	31,027	31,906	32,785
108	1,9	0,8	4,412	10,245		25,792	26,672	27,553	28,434	29,314	30,195	31,076	31,956	32,837
109	1,9	0,81	4,467	10,503		25,812	26,693	27,575	28,456	29,337	30,219	31,100	31,982	32,863
110	1,9	0,82	4,522	10,764		25,832	26,714	27,596	28,478	29,361	30,243	31,125	32,007	32,889
111	1,9	0,83	4,577	11,028		25,853	26,735	27,618	28,501	29,384	30,266	31,149	32,032	32,915
112	1,9	0,84	4,633	11,295		25,873	26,756	27,640	28,523	29,407	30,290	31,174	32,057	32,941
113	1,9	0,85	4,688	11,566		25,893	26,777	27,662	28,546	29,430	30,314	31,198	32,082	32,967
114	1,9	0,86	4,743	11,840		25,914	26,798	27,683	28,568	29,453	30,338	31,223	32,108	32,992

## ANEXO III: Alternativas de timones

Noelia López Puentenueva

Nº Alternativa					E	ds (°)								
	Λ	b/H	b (m)	Ar (m <sup>2</sup> )		0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
115	2	0,67	3,695	6,827		24,941	25,792	26,644	27,495	28,347	29,199	30,050	30,902	31,754
116	2	0,68	3,750	7,032		24,959	25,812	26,664	27,516	28,368	29,221	30,073	30,925	31,777
117	2	0,69	3,805	7,240		24,978	25,831	26,684	27,537	28,390	29,243	30,095	30,948	31,801
118	2	0,7	3,861	7,452		24,997	25,850	26,704	27,557	28,411	29,265	30,118	30,972	31,825
119	2	0,71	3,916	7,666		25,016	25,870	26,724	27,578	28,432	29,286	30,141	30,995	31,849
120	2	0,72	3,971	7,884		25,034	25,889	26,744	27,599	28,454	29,308	30,163	31,018	31,873
121	2	0,73	4,026	8,104		25,053	25,908	26,764	27,619	28,475	29,330	30,186	31,041	31,897
122	2	0,74	4,081	8,328		25,072	25,928	26,784	27,640	28,496	29,352	30,208	31,064	31,921
123	2	0,75	4,136	8,554		25,090	25,947	26,804	27,661	28,517	29,374	30,231	31,088	31,944
124	2	0,76	4,191	8,784		25,109	25,967	26,824	27,681	28,539	29,396	30,254	31,111	31,968
125	2	0,77	4,247	9,017		25,128	25,986	26,844	27,702	28,560	29,418	30,276	31,134	31,992
126	2	0,78	4,302	9,252		25,147	26,005	26,864	27,723	28,581	29,440	30,299	31,157	32,016
127	2	0,8	4,412	9,733		25,184	26,044	26,904	27,764	28,624	29,484	30,344	31,204	32,064
128	2	0,81	4,467	9,978		25,203	26,063	26,924	27,785	28,645	29,506	30,366	31,227	32,088
129	2	0,82	4,522	10,226		25,222	26,083	26,944	27,805	28,667	29,528	30,389	31,250	32,111
130	2	0,83	4,577	10,477		25,240	26,102	26,964	27,826	28,688	29,550	30,412	31,273	32,135
131	2	0,84	4,633	10,730		25,259	26,122	26,984	27,847	28,709	29,572	30,434	31,297	32,159
132	2	0,85	4,688	10,988		25,278	26,141	27,004	27,867	28,730	29,594	30,457	31,320	32,183
133	2	0,86	4,743	11,248		25,297	26,160	27,024	27,888	28,752	29,615	30,479	31,343	32,207

## Anexo IV:

Croquis	conjunto	hélice-timón-
codaste		





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

# Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno n°7:**

**DISPOSICIÓN GENERAL**

**ALUMNA**

Noelia López Puente nueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018





## Cdno.7 Disposición general

---

### RESUMEN

Este cuaderno justifica la disposición de los locales del buque y sus capacidades bajo el cumplimiento de la Sociedad Clasificadora, SOLAS y normativa ILO aplicados a Tanques, CC.MM, cubiertas de carga, habilitación. Se representa la disposición en el plano del Anexo.

Este caderno xustifica a disposición das instalacións do buque e as súas capacidades conforme ao cumprimento da normativa da Sociedade de Clasificación, SOLAS e ILO aplicada a Tanques, CC.MM, cubertas de carga e habilitación. O esquema móstrase no anexo.

This booklet justifies the arrangement of the ship's premises and their capacities under the compliance of the Classification Society, SOLAS and ILO regulations applied to Tanks, CC.MM, cargo covers, rating. The layout is shown in the Annex.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Características generales del buque .....	1
<b>2. Tanques.....</b>	<b>2</b>
2.1 Tanques de combustible .....	2
2.1.1 Tanques de MDF .....	3
2.1.3 Tanques de reboses .....	3
2.1.4 Tanques de LNG .....	3
2.2 Tanques de aceite .....	3
2.3 Tanques de agua dulce.....	3
2.4 Tanques antiescora .....	3
2.6 Otros tanques.....	4
<b>3. Cubiertas de carga .....</b>	<b>4</b>
3.1 Cubierta principal.....	4
3.2 Cubierta 1.....	5
3.3 Cubierta de coches.....	5
3.4 Cubiertas intermedias .....	5
3.3 Cubierta superior .....	6
<b>4. Cámara de máquinas .....</b>	<b>6</b>
<b>5. Habitación .....</b>	<b>6</b>
5.1 Camarotes .....	7
5.2 Comedores .....	7
5.3 Espacios de servicios .....	8
5.3.1 Cocina.....	8
5.3.2 Lavandería .....	8
5.3.3 Gimnasio .....	8
5.3.4 Salas de reunión .....	8
5.3.5 Hospital .....	8
5.3.6 Autoservicio .....	9
5.3.7 Oficinas.....	9
5.3.8 Aire acondicionado de habitación.....	9
<b>6. Cubierta puente de gobierno.....</b>	<b>9</b>

<b>7. Protección contra incendios .....</b>	<b>9</b>
7.1 Medios de evacuación.....	10
7.1.1 Pasillos, escaleras y puertas.....	10
7.2 Accesos y escapes .....	11
7.1.1 Espacios de carga .....	11
7.1.2 Espacios de máquinas .....	12
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>13</b>

## **Anexo I : Plano de Disposición General**

# 1. Introducción

Este capítulo definirá la disposición general de los espacios y accesos del buque mediante su justificación y cumplimiento del reglamento SOLAS y de la Sociedad Clasificadora.

Se considera el dimensionamiento del Cuaderno 1

## 1.1 Características generales del buque

El buque es un Ro-ro diseñado para el transporte de cargas rodadas y de sus conductores. Tiene autonomía para realizar viajes interlineales de 10-16 horas por el Mar del Norte y Noruega a velocidad de servicio de 25 nudos.

Para dotar de confort de la tripulación, dispone de quillas de balance en cada banda y un sistema antiescora de corrección automática para reducir el balanceo y evitar daños en la carga/descarga.

El perfil del buque es de proa lanzada en bulbo y popa de espejo. Dispone de 8 cubiertas y techo puente en proa. Propulsado por hélices de paso variable en dos líneas de ejes accionadas por motores duales mediante un sistema híbrido LNG-MDF. La maniobrabilidad es facilitada mediante hélices en proa.

Cuenta con espacios de carga en la tapa de tanques de la bodega, cubiertas fijas y cardeck elevable para el transporte de remolques. El acceso de carga/descarga desde el exterior (al nivel del muelle) se realiza mediante una rampa puerta en proa, rampa puerta popa con cuatro calles y una rampa puerta de costado en la cubierta principal.

Los medios de carga y descarga son los siguientes:

- Rampa-puerta de proa: de 14,6 m. de longitud y 4,82 m. de ancho. La capacidad de carga máxima de seguridad será 80 t. de peso para el paso de un rolltrailer de 68,2 t incluyendo cabeza tractora o 43,8 t. de tráiler.
- Rampa-puerta de popa: de 14,5 m. de longitud y 13,2 m. de ancho. La capacidad de carga máxima de seguridad será 200 t. de peso para el paso de un rolltrailer de 68,2 t incluyendo cabeza tractora y 43,8 t. de tráiler. Para agilizar el tráfico dispone de cuatro calles de carril de acceso.
- Puerta rampa de costado para el paso de coches y tripulación en banda de estribor que abren hacia el exterior a la altura del muelle con capacidad de paso libre de 4,5 m. de altura y 5 m. de anchura.
- Rampas articuladas:
  - a) La rampa de 50,43 m de longitud y 6 m de ancho con una pendiente de 10° comunicará la cubierta principal con la superior estibada en esta última.



- b) La rampa de 20,671 m de longitud y 3,5 m de ancho con una pendiente de  $12^\circ$  comunicará la cubierta principal con la cardeck regulable en altura situada a proa a 12800 mm sobre la línea base u a otra según la carga.
- c) La rampa 20,734 m de longitud y 3 m de ancho con una pendiente de  $14^\circ$  comunicará la cubierta principal con la cubierta fija (en la que es estibada) para coches en la zona de popa a una altura de 13600 mm sobre la línea base.
- Rampa fija: comunica la cubierta principal con la bodega con las dimensiones de 36,83 m de longitud y 2,7 m de ancho con una pendiente de  $10^\circ$ . Dispone de una tapa de cubierta para aprovechar espacio en las maniobras de la cubierta principal cuando no se utilice la rampa.

La altura libre entre cubiertas de carga será:

Sobre la bodega \_\_\_\_\_ 5500 mm

Sobre la cubierta de tráiler \_\_\_\_\_ 4700 mm

Sobre la cardeck \_\_\_\_\_ 2500 mm

La altura libre entre cubiertas de cubiertas de habilitación será:

Cabinas \_\_\_\_\_ 2100 mm

Resto \_\_\_\_\_ 2250 mm

La capacidad de carga de las cubiertas es:

Cubierta superior \_\_\_\_\_ 48 plataformas

Cubierta principal \_\_\_\_\_ 66 plataformas

Cardeck \_\_\_\_\_ 50 turismos

Cubierta elevable \_\_\_\_\_ 49 remolques

Bodega \_\_\_\_\_ 17 plataformas

Respecto a la habilitación, los espacios han de permitir la acomodación de 12 conductores y 18 tripulantes cumpliendo con la normativa del SOLAS para los accesos y escapes.

## 2. Tanques

### 2.1 Tanques de combustible

Según se indica en MARPOL, "Anexo I, Capítulo 3, Regla 12A" para el caso del proyecto de capacidad superior a  $600 \text{ m}^3$  han de estar situados a una distancia mínima de 0,76 m del fondo y del costado.

### **2.1.1 Tanques de MDF**

Los *tanques de almacén* se sitúan próximos a Cámara de máquinas entre las cuadernas 78 y 112 con capacidad de 102 a 848 m<sup>3</sup> a 760 mm del costado y del forro. Los de *servicio diario* de 70,497 m<sup>3</sup> se encuentran adyacentes al local de las separadoras. Los tanques de *sedimentación* sobre la cubierta 1 tienen capacidad de 132,381 m<sup>3</sup>.

### **2.1.3 Tanques de reboses**

Se sitúa bajo los tanques de servicio diario situados a popa del taller de máquinas y del local de purificadoras. Cada tanque para MDF será de 50,241 m<sup>3</sup>.

### **2.1.4 Tanques de LNG**

Se dispondrá tres tanques con capacidad individual de 419 m<sup>3</sup> para alimentar los motores principales y los motores auxiliares. Se situará en la cubierta superior entre las cuadernas 61 y 98.

## **2.2 Tanques de aceite**

Están situados en el doble fondo bajo los MMPP de los que se distinguen, las dimensiones se justifican en el cuaderno 10 siguiendo recomendaciones del fabricante y tomando referencia del buque base cuando no hay recomendaciones sugeridas por fabricante:

- 4 tanques de servicio diario de capacidad próxima a 23 m<sup>3</sup>.
- 1 tanques de almacén con capacidad de 20 m<sup>3</sup>.
- 1 tanque de aceite sucio de capacidad de 42 m<sup>3</sup>.

## **2.3 Tanques de agua dulce**

Los tanques no han de estar cerca de otros tanques para evitar contaminación de otros fluidos por lo que se dispone un tanque central de agua dulce sobre el doble fondo y cerca de la depuradora y de la zona de habilitación, en la zona de proa con capacidad de 64,697 m<sup>3</sup> cada tanque como se indica en el Cuaderno 4.

## **2.4 Tanques antiescora**

Los tanques antiescora son simétricos y se disponen en la parte central del buque cuentan con una capacidad de 360 m<sup>3</sup> y contendrán 146 m<sup>3</sup> de agua dulce cada tanque para prevenir corrosiones estructurales. Están comunicados mediante tuberías en el doble fondo para desplazar el agua a una banda u otra según escora.

## 2.5 Tanques de lastre

El llenado de estos tanques se adaptará a las condiciones de carga para asegurar la estabilidad del buque e inmersión de la hélice.

Se sitúan bajo la cubierta principal y en posibles espacios vacíos. La capacidad total de 2244,8 m<sup>3</sup> es distribuida en la zona del doble fondo, costados para compensar desplazamientos del centro de gravedad que produzcan escoras y en el pique de proa como protección del casco en caso de colisión.

## 2.6 Otros tanques

- Tanque de lodos, de capacidad de 22,665 m<sup>3</sup> en el local de Cámara Auxiliar de Máquinas situado en la cuaderna 40-43.
- Tanque de aguas oleosas, de capacidad 16,5 m<sup>3</sup> a babor situado en la cuaderna 73-77, en el doble fondo bajo Cámara de Máquinas.
- Tanque central de aguas grises y otro de aguas negras de 1,47 m<sup>3</sup> en la planta séptica.
- Tanque de almacenamiento de agua técnica para servicios auxiliares de propulsión de 43,862 m<sup>3</sup> según buque referente.

## 3. Cubiertas de carga

Las cubiertas destinadas al transporte de carga rodada son la bodega, cubierta principal, superior, cubierta para coches y cardeck.

Por motivos de contención de incendios siguiendo el reglamento los espacios de carga han de tener un sistema de ventilación que proporcione 10 renovaciones por hora en condiciones de navegación y 20 renov./ hora en condiciones de puerto para carga y descarga.

Los espacios serán ventilados de forma natural mediante rejillas sobre la cubierta 4 y de forma forzada con ventiladores eléctricos reversibles.

### 3.1 Cubierta principal

Dispone de un garaje con capacidad de 944 ml con un máximo de 7 carreteras en manga. En el lateral hay un pasillo para el paso de la tripulación.

El acceso a espacios bajo la cubierta principal será mediante escaleras entre cuadernas 55-61 y ascensor a: local del servo, local de grupos electrógenos, sala de control de MM.PP., local de MM.PP, gambuza, local de hélices de proa, local de separadoras.

Las escotillas enrasadas darán acceso a espacios cerrados bajo cubierta para extraer piezas y comunicará con:

- Local del servo por ambos costados con una escotilla en cada uno.

- Cámara de máquinas auxiliar por costado (Hélices de maniobra)
- Cámara de máquinas principal
- Gambuza

Se accede a la bodega y máquinas auxiliares a proa por escaleras entre cuadernas 205-208. Mediante rampas articuladas comunicará con cardeck elevable mediante sistema hidráulico y mediante rampa fija comunicará con la cubierta 1.

En esta cubierta se localizan locales de:

- Control de carga de la puerta de popa.
- Equipo hidráulico de fondeo y amarre
- Equipo eléctrico
- Tronco de servicios adyacente al vestuario.
- Compresores
- Pañol en proa próximo a la zona de estachas.

### **3.2 Cubierta 1**

A popa de la Cámara de Máquinas se encuentra la bodega con 243 metros de calle.

### **3.3 Cubierta de coches**

A 13600 mm sobre la línea base se encuentra la cubierta fija entre las cuadernas -8 y 56 de capacidad de 50 coches. Se accede desde la cubierta principal por el costado de estribor consiguiendo espacio eficiente mediante una rampa móvil. Comunica por las escaleras que bajan con la cubierta principal y por escaleras que suben hasta la cubierta 6.

### **3.4 Cubiertas intermedias**

Entre la cubierta principal y superior se dispone de una cardeck desplazable en altura para el transporte de tráileres para adaptar la capacidad de carga del buque. Cuenta con una capacidad de 700,7 ml. de acceso por el costado de estribor mediante una rampa móvil con flap desde la cubierta principal.

Otras cubiertas intermedias no destinadas a la carga que se localizan son:

- La cuaderna 2 contendrá distintas alturas para la Cámara de Máquinas auxiliar, Sala de Control desde la cuaderna 27 hasta 43 y otra para la maquinaria auxiliar de proa.
- La cuaderna 5 se dispone en la zona de popa para albergar la zona de amarre y fondeo y en proa a 14100 mm. sobre la línea base, se localiza el local de control de carga de la puerta de proa.

### 3.3 Cubierta superior

Esta cubierta dispone de un garaje con capacidad de 686 ml, distribuido en 7 carreteras máximas en manga.

En la zona de la Cámara de Maquinas se sitúa el guardacalor. Comunica con el resto de cubiertas de carga mediante los ascensores. La carga accede a esta cubierta mediante una rampa móvil con cierre estanco y flap de accionamiento hidráulico, dicha rampa también contará con un vallado plegable automático.

Se distinguen dos zonas de amarre y fondeo:

- La zona de popa en los costados entre las cuadernas -5 y 6 a la altura de la cubierta 5 y accesible a la cubierta superior y 4 mediante escaleras.
- La zona de proa entre las cuadernas 230 y 250. Accesible a la cubierta 5, 4 y 3 mediante escaleras y al garaje mediante una puerta en la cuaderna 228.

## 4. Cámara de máquinas

La maquinaria a bordo se localiza principalmente en la Cámara de máquinas principal y auxiliar de proa y popa, aunque fuera de estos espacios se encuentra el local del Servomotor, la Cámara de bombas, el local de purificadoras, la sala de Cámaras frigoríficas, el local del aire acondicionado y el local del grupo de emergencia.

En la Cámara de Máquinas auxiliar de Popa entre la cuaderna 43 - 78, compartiendo la misma zona de contraincendios, se distinguen los siguientes locales de maquinaria:

- Local de grupos electrógenos
- Local de transformadores
- Sala de Control de Máquinas

La Cámara de máquinas auxiliar de Proa entre la cuaderna 190-205 desde la cubierta 1 hasta la cubierta principal con acceso al doble fondo, contendrá maquinaria de sistemas de calidad como grupo hidróforos, planta séptica y los relacionados con el sistema contraincendios.

Las necesidades de ventilación de los espacios de maquinaria se detallan en el Cuaderno 4.

## 5. Habilitación

Siguiendo los requerimientos de proyecto, el buque permitirá la habilitación para 18 tripulantes y 12 conductores distribuidos de la siguiente manera:

- Cubierta 7: 11 tripulantes en camarotes individuales y 12 conductores en camarotes dobles.

- Cubierta 8: 7 tripulantes incluyendo jefe de máquinas y capitán, adicionalmente se reserva un camarote para el armador. Esta cubierta es utilizada principalmente para fines de oficiales, jefe de máquinas, capitán y armador.

Los espacios de servicios, comunes y oficinas se repartirán entre ambas cubiertas.

Se considera el “Convenio 133 de la Conferencia Internacional del trabajo” y ILO, Maritime Labour Convention 2006, Regla 3 “Accommodation, recreational facilities, food and catering” relativo al alojamiento de la tripulación a bordo para diseñar los espacios de habitación. La habitación se dispone entre la cuaderna 165-207, en el extremo opuesto de la zona de maquinaria propulsora y guardacalor para evitar ruidos y vibraciones y dotar de mayor confort a la tripulación.

## 5.1 Camarotes

Los camarotes se distinguen según categoría profesional de la tripulación en:

- a) Camarotes de conductores: se localizan en la zona de costado de estribor de la cubierta 6. Se disponen de 6 camarotes dobles de 11,168 m<sup>2</sup> incluyendo aseo compartido cumple con el área mínima de 3,75 m<sup>2</sup>/pers. Disponen de litera, escritorio, armario, una mesita y aire acondicionado. Estarán aislados del ruido mediante aislamiento de lana de roca entre mamparos y pasillos.
- b) Camarotes de tripulación y maestranza: se localizan en la zona de popa y costado de babor de la cubierta 6, 11 camarotes individuales de 10,5 m<sup>2</sup> y 11,579 m<sup>2</sup> respectivamente debidos al pasillo pero con el mismo equipamiento de aire acondicionado, armario, cama, sillón, perchas, tomas de corriente. Cumple con el mínimo de 4,75 m<sup>2</sup>/pers sin aseo.
- c) Camarotes de Oficiales: en la cubierta 7 se encuentran 6 camarotes individuales de 11,168 m<sup>2</sup> con equipamiento similar al anterior. Entre los oficiales se distinguen el oficial de 1ª y Maquinista de 1ª. El camarote del Armador es de las mismas condiciones puesto que se toma requerimientos de espacios de corta estancia.
- d) amarotes del Capitán y Jefe de Máquinas: en la cubierta 7 se disponen contando con mayores condiciones de confort respecto a los anteriores. Los camarotes están en alas opuestas de la cubierta por aprovechamiento del espacio e iluminación natural. Los camarotes de 14,591 m<sup>2</sup> incluyendo baño, comunican con el despacho y salón privado de 17,172 m<sup>2</sup>.

## 5.2 Comedores

Siguiendo la clasificación en función de las categorías profesionales: conductores, tripulantes y oficiales localizados en la cubierta 6 por la proximidad a la cocina:

- a) Comedor-sala de estar de conductores: se localizan en la zona de costado de estribor con capacidad para 12 conductores en el área de 34,971 m<sup>2</sup>. Equipados con sofás, televisor, aire acondicionado, mesas, sillas, estanterías.
- b) Comedor-sala de estar de tripulación: se localizan en el área de babor de la zona de proa con capacidad para 12 conductores en el área de 34,971 m<sup>2</sup>. Equipados con sofás, televisor, aire acondicionado, mesas, sillas, estanterías.
- c) Comedor-sala de estar de oficiales: se localizan en la zona central del extremo de popa con capacidad para 12 personas en el área de 26,793 m<sup>2</sup>. Equipados con sofás, televisor, aire acondicionado, mesas, sillas, estanterías. Se ubica próximo a las escaleras que dan acceso al puente de gobierno.

### **5.3 Espacios de servicios**

Los espacios de servicio a disponer como: cocinas, gambuzas, lavandería, hospital, gimnasio, sala de reunión y autoservicio, se localizan en ambas cubiertas.

#### **5.3.1 Cocina**

La cocina de 18,286 m<sup>2</sup> se ubica en zona central de la cubierta para facilitar el acceso a todos los tripulantes. Abastecerá a todos los comedores de la tripulación del buque. Mediante una puerta comunica con la gambuza seca y desde esta se accede a la gambuza refrigerada dividida en tres para pescado, carne y verduras.

#### **5.3.2 Lavandería**

Las lavanderías se disponen para uso separado del personal siendo de uso de la tripulación y conductores la ubicada en la cuaderna 6 adyacente al pañol de ropa blanca y en la misma posición pero en la cuaderna 7 se reserva la lavandería de uso de la tripulación.

En la cubierta 7 se localiza el local de lavandería a estribor como ampliación de los existentes para uso de secado o planchado.

#### **5.3.3 Gimnasio**

Se localizan a babor de la cuaderna 7 separados los gimnasios para el uso de tripulación y conductores respecto al de oficiales. En cambio el vestuario entre las cuadernas 193–198 se puede reservar para el uso de señoras en caso de ir a bordo o para el caso contrario será de uso de oficiales.

#### **5.3.4 Salas de reunión**

En la zona central de la cubierta 7 se dispone de sala de reunión con aislante de ruido y al lado de la biblioteca donde se equipará con puntos de luz para la lectura y proyección audiovisual recreativa.

#### **5.3.5 Hospital**

El hospital ubicado a babor de la cubierta 6 en el extremo de popa próximo a las escaleras y en la misma cubierta del montacargas para facilitar el flujo de personal en caso de accidente.

#### **5.3.6 Autoservicio**

Se dispone en la cubierta 7 el local de autoservicio de uso común equipado con frigorífico, microondas y máquinas de autoservicio de comida y bebida para el uso de 24 h.

#### **5.3.7 Oficinas**

En la cubierta 7 como se representa en el plano se localizan tres oficinas: de cubierta, máquinas y del buque.

#### **5.3.8 Aire acondicionado de habitación**

La zona de habitación pertenece a una zona contraincendios por lo que dispone de la central de aire acondicionado sobre la cubierta del techo puente. Todos los camarotes, comedores, salas de reunión, hospital y oficinas cuentan con unidades climatizadores y sistemas antihumedad controladas localmente o vía remota desde puente de gobierno.

Los climatizadores permitirán 6 renovaciones/hora en camarotes y 12 renovaciones/hora en salas comunes.

## **6. Cubierta puente de gobierno**

Esta cubierta se sitúa sobre 28000 mm sobre la línea base a proa del buque para permitir mayor ángulo de visibilidad de 297° desde el puesto de maniobra hacia ambas bandas del buque. Accesible desde la escalera interior de la zona de habitación y desde la escalera exterior a popa de la superestructura.

El puente de gobierno se divide en zona central y alerones. Equipada con consola de navegación y gobierno de la propulsión; zona de comunicaciones internas; puesto de derrota con planos, cartas náuticas y otros útiles de navegación, sofá para descanso.

Desde el puente de gobierno se accede a un aseo, al local de equipos electrónicos y al exterior con accesos al local de baterías, aseo exterior y central de aire acondicionado.

Sobre el techo puente se localiza las antenas y radares de acceso por escalas en ambos costados.

## **7. Protección contraincendios**

La protección contraincendios se llevará a cabo siguiendo la normativa SOLAS, Capítulo II-2 (Construcción-Prevención, detección y extinción de incendios) cuyos objetivos son:



- Evitar que se produzcan incendios y explosiones
- Reducir los peligros para la vida humana que puede presentar un incendio
- Reducir de que el incendio ocasione daños en el buque, a su carga o en el medio ambiente.
- Contener, controlar y sofocar el incendio o explosión en el compartimiento de origen.
- Facilitar a la tripulación medios de evacuación adecuados y fácilmente accesibles.

## **7.1 Medios de evacuación**

Como medio para evitar el riesgo de explosión o incendio se dispone lo siguiente:

- División en zonas verticales y horizontales con mamparos de materiales incombustibles de protección estructural y térmica. En este buque se localizan 3 zonas verticales principales hasta la cubierta superior; dividida entre la estampa y cuaderna 78 y de ésta a la cuaderna 231.
- Sistema de detección y control de incendios fijos en cámara de máquinas y espacios técnicos, de carga y de la tripulación.
- Equipos fijos y portátiles de CO<sub>2</sub>, rociadores automáticos en espacios de carga y tripulación como se describe en el Cuaderno 6.

Los espacios de servicio, alojamiento, y puestos de control estarán protegidos con sistemas de detección de incendios y alarma y sistema automático de rociadores de acuerdo al Método IIC de la Regla 7.5.5.2 del SOLAS.

### **7.1.1 Pasillos, escaleras y puertas**

La ruta de evacuación de la tripulación estará condicionada por la disposición y dimensionamiento de pasillos, escaleras y puertas requeridos en el DNV-GL, *Part 1 Chapter 1, Section 22 - Structural fire protection* – y en el Código de Sistemas de Seguridad Contra incendios, Capítulo 13.

#### **PASILLOS**

Las escaleras y pasillos de evacuación tendrán una anchura libre mínima de 700 mm y pasamanos en uno de los lados, con anchura libre de 1800 mm, en ambos lados. Los pasillos de habitación oscilan sobre 1100 mm mientras que en los rellanos de popa de la habitación tienen un ancho libre de 2100 mm y 2800 mm.

#### **ESCALERAS**

El ángulo de inclinación de las escaleras será, en general, de 45°, pero no excederá de 50°, y en los espacios de máquinas y espacios reducidos no será superior a 60°.

Las escaleras y escalas permitirán el acceso a la cubierta de botes desde los espacios de tripulación, espacios de maquinaria y debajo de la cubierta de cierre.

Bajo la cubierta abierta más baja (Cubierta 4) se tiene doble vía de escape como indica en el capítulo II-2, Parte D:

- La principal vía será una escalera y ;
- en segundo lugar una escala. Sobre la cubierta principal los medios de escape serán escaleras y puertas hacia cubierta abierta para evitar inundación de compartimentos estancos bajo la cubierta principal.

En los espacios de máquinas de categoría A (espacios técnicos) se dispone de:

- Dos juegos de escala de acero tan separados como sea posible que den acceso en la parte superior a puertas que comunican con la cubierta abierta. Una de las escalas estará en zona de protección contraincendios con puertas de cierre automático con alumbrado de emergencia. Las dimensiones del recinto de protección serán de menos 800 x 800 mm.

## PUERTAS

Las puertas que den acceso a una escalera tendrán la misma anchura que la escalera. Las puertas están en dirección de escape salvo la de los camarotes que abren hacia el interior para evitar daños personales en los pasillos en casos de evacuación. Las puertas de los troncos de escaleras pueden abrir en dos direcciones para evitar el acceso o escape.

## 7.2 Accesos y escapes

Se analiza los accesos y escapes a partir de rutas de evacuación en espacios de tripulación, de carga y bajo la cubierta principal.

### 7.1.1 Espacios de carga

En los espacios de carga se accede mediante escalas y tronco de escaleras que también son utilizados como vía de evacuación. Entre las cuadernas 11-15 se localiza trocos de escaleras que comunica la cubierta superior con la cubierta principal. Se accede a través de la cubierta 3 a la Cámara de máquinas por el acceso entre las cuadernas 57-61. En la cubierta 1 se accede al túnel de ejes y mediante una puerta comunica a la bodega de carga en la cuaderna 94.

Para dotar de comodidad de acceso a la cámara de máquinas y cubierta de carga, se dispone de un ascensor en la cubierta superior hasta la cubierta 2.

En proa se accede al garaje de carga de la cubierta 6 por una puerta a cada banda bajo las escaleras de acceso a la cubierta de botes en la zona de amarre y fondeo. El tronco de escalera en la cuaderna 229 permite el acceso entre las cubiertas intermedias hasta la principal.

A la bodega se da acceso por las escaleras de la cubierta 2 en la cuaderna 189 a través de una puerta estanca deslizante y por popa, a través de la Cámara de Máquinas como se citó previamente.

### **7.1.2 Espacios de máquinas**

En los espacios que no sean de categoría A (esta categoría es referida a locales que contienen maquinaria auxiliar de la propulsión o para otros servicios), se proveerán dos salidas de evacuación o solo una si son espacios de uso ocasional o bien para espacios separados 5 m de la puerta de evacuación, de acuerdo al apartado 4.2.1 de la regla 13 del SOLAS.

En los espacios de maquinaria y de servicio tratarán de tener dos salidas de evacuación. El acceso a la maquinaria auxiliar de proa y bodega se realiza mediante un tronco de escalera en la cuaderna 190 de la cubierta 3. Al local de hélices de maniobra se accederá mediante escalas.

Siguiendo estas consideraciones las vías de evacuación proceden de la siguiente manera:

Locales sobre la cubierta de navegación evacuarán mediante su puerta respectiva, salvo el puente de gobierno que dispone de dos puertas y a través de escaleras se comunicarán con la cubierta de botes.

Los locales de equipo hidráulico, generador, pañoles, equipo eléctrico en las cubiertas 5,4 y 3 disponen de una vía de evacuación a través de sus puertas.

Los espacios de maquinaria de popa bajo la cubierta principal y la Sala de control de máquinas son comunicadas entre sí mediante puertas permitiendo evacuación hacia el exterior por las escaleras de la Cámara de Máquinas.

#### **A) Tomas de consumos**

Las tomas de consumos irán en la cuaderna principal, en la zona de popa entre cuadernas 4-14 en estribor y entre 34-41 en babor. En estas tomas se sitúan la estación de llenado donde se llevará el control del llenado. Mientas que en proa en ambos costados entre las cuadernas de 151-156 se disponen de otra toma en el casco para facilitar el acceso.

En cambio, el suministro de LNG se realizará en la cubierta superior para evitar riesgos en caso de derrames y por cercanía al tanque, reduciendo la longitud de tubería.

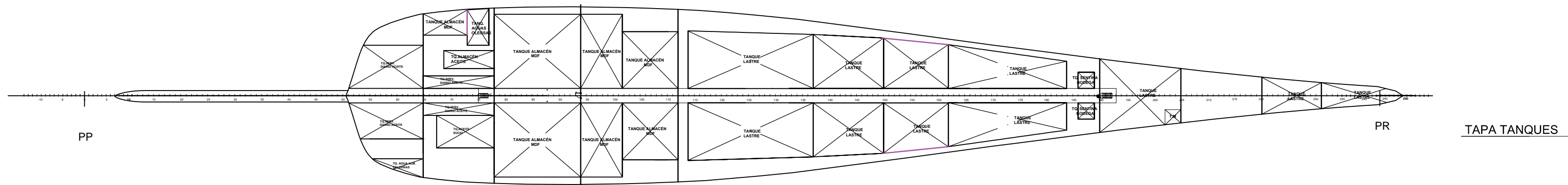
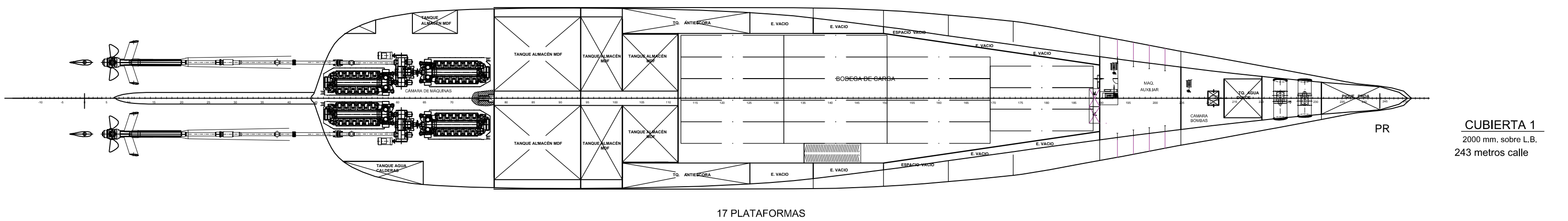
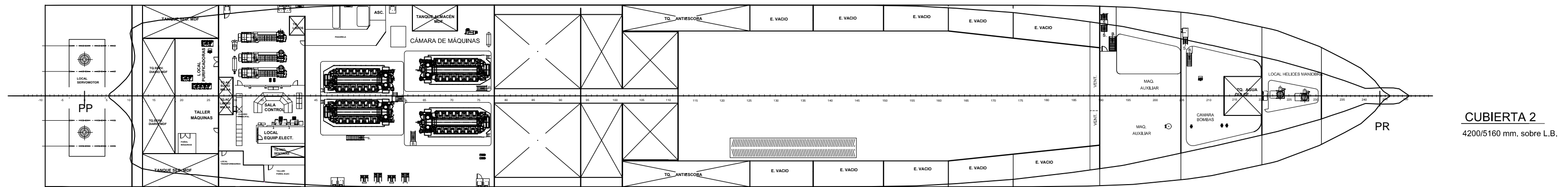
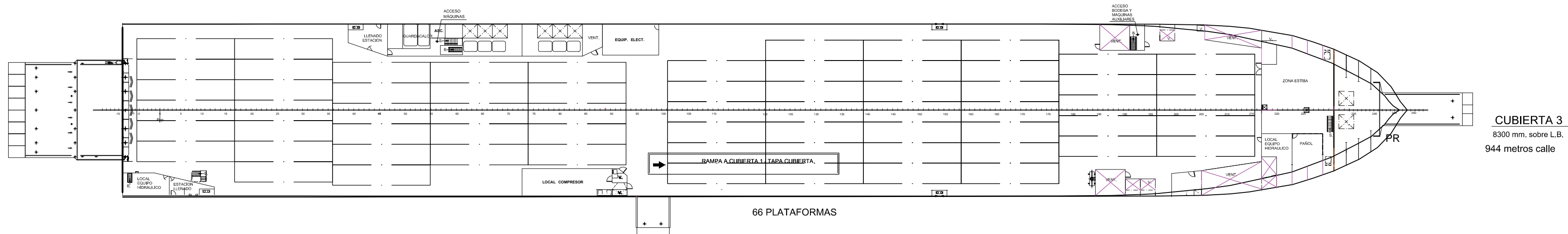
## 6. Bibliografía

- Van Dokkum, K. *Ship knowledge. A modern encyclopedia*. Ed.Dokmar. 2003.
- Watson, David D.G.M. *Practical Ship Design*. Elsevier Science &Technology, Oxford (UK).2002.
- Alvariño R, Azpiroz Juan J., Meizoso M. *El proyecto básico del buque mercante*. Fondo Editorial de Ingeniería Naval. Madrid 2007.
- DNV-GL (2015).Rules for Classification and Construction Ship Technology .Part I, Chapter 1, Sec27. "General arrangement". Publicado por DNV-GL SE, Hamburg.
- ILO, Maritime Labour Convention (2006).Title 3, *Acommodation, recreational facilities, food and catering*. En vigor desde 20 Agosto, 2013. Localizado en [http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0::NO::P91\\_SECTION:MLC\\_A3](http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0::NO::P91_SECTION:MLC_A3)
- ILO, Maritime Labour Convention (2006).Title 4, *Health protection, medical care, welfare and social security protection*. En vigor desde 20 Agosto, 2013. Localizado en [http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0:::P91\\_SECTION:MLC\\_A4](http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0:::P91_SECTION:MLC_A4)

# **Anexo I:**


Plano de Disposición  
General





### CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	aprox. 190,09 m
ESLORA ENTRE PP	179,7 m
MANGA TRAZADO	25,2 m
PUNTAL A CUBIERTA 3	8,3 m
CALADO DE DISEÑO	6,2 m

Nombre: <div>Noelia López Puentenueva</div>		Universidad de La Coruña		PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA				Código: Nº17-26	
Proyecto: <div>Ro-ro 2800 ml</div>						Curso: 2016 -17		Nº Plano: 1	
Título: <div>Disposición General</div>				Fecha: 22/09/2017		Escala: 1:500		Hoja: 2/2	



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno n°8:**

**CUADERNA MAESTRA**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018





## Cdno.8 Cuaderna Maestra

---

### RESUMEN

Se define el escantillonado de elementos estructurales de acero longitudinal y transversal cumpliendo los mínimos exigidos por las SS.CC que conforma la estructura mixta del buque. Se validan los resultados con las curvas envolventes de esfuerzos cortantes y momentos flectores para cada condición de carga.

Los elementos calculados se representan en el plano de la Cuaderna Maestra.

Defínese o escantillonado de elementos estruturais de aceiro lonxitudinal e transversal cumprindo os mínimos esixidos polas SS.CC que compoñen a estrutura mixta do buque. Os resultados válídanse coas curvas envolventes de esforzos cortantes e momentos flectores para cada condición de carga.

Os elementos calculados represéntanse no plano da Caderna Mestra.

The scantling of structural elements of longitudinal and transversal steel is defined complying with the minimum requirements of the SS.CC that make up the mixed structure of the ship. The results are validated with the shear curves of shear forces and bending moments for each load condition.

The calculated elements are represented in the plan of the Midship Section.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Definición de la estructura .....</b>	<b>2</b>
2.1.1. Doble fondo .....	2
2.1.2. Cubiertas.....	2
2.1.3 Costados .....	3
2.1.4 Pantoque .....	3
<b>2.2. Selección del material a emplear .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PARÁMETROS REGLAMENTARIOS DE CÁLCULO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Calado de escantillonado (<math>T_{sc}</math>) .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Eslora (<math>L_{sc}</math>) .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 Eslora de francobordo (<math>L_{FBO}</math>) .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4 Manga (B) .....</b>	<b>7</b>
<b>3.5 Puntal (D) .....</b>	<b>7</b>
<b>3.6 Coeficiente de bloque (<math>C_b</math>): .....</b>	<b>7</b>
<b>4. MOMENTOS FLECTORES Y ESFUERZOS CORTANTES.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Solicitaciones debidas a la ola .....</b>	<b>8</b>
4.1.1. Momentos flectores debidos a la ola .....	8
4.1.2. Esfuerzos cortantes debidos a la ola .....	9
<b>4.2. Condición de aguas tranquilas .....</b>	<b>10</b>
4.2.1. Momentos flectores en aguas tranquilas.....	10
4.2.2. Esfuerzos cortantes en aguas tranquilas.....	11
<b>4.3. Determinación del Módulo e Inercia Mínima. ....</b>	<b>12</b>
<b>5. ESCANTILLONADO .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1. Parámetros .....</b>	<b>13</b>
<b>5.2. Acero longitudinal.....</b>	<b>14</b>
5.2.1 Plancha y reforzado secundario de Cubierta resistente .....	14
5.2.2 Plancha y reforzado secundario bajo Cubierta resistente .....	18
5.2.3 Escantillando del doble fondo y fondo.....	19
5.2.4 Escantillonado de costado.....	23

5.2.4.2 Vagras .....	26
5.2.5 Esloras de cubierta .....	27
5.2.6 Palmejares .....	27
5.2.7 Quilla vertical.....	27
<b>5.3. Acero transversal .....</b>	<b>28</b>
5.3.1 Cuadernas.....	28
5.3.2 Transversales de cubierta.....	28
5.3.3 Varengas .....	29
5.3.4 Mamparos .....	29
<b>6. CÁLCULOS DEL MÓDULO DE LA SECCIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>7. RESULTADOS CORRESPONDIENTES A CONDICIONES DE CARGA.....</b>	<b>32</b>
7.1. Condición 1: Salida de puerto a plena carga.....	33
7.2. Condición 2: Llegada a puerto 10% consumos .....	34
7.3 Condición 3: Salida en lastre con 100% de provisiones, sin carga .....	35
7.4. Condición 4: Llegada en lastre con 10% provisiones y sin carga .....	36
<b>8. VALIDACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
8.1. Momentos flectores .....	38
8.2. Esfuerzos cortantes .....	39
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>41</b>

#### **Anexo I : Cálculos de la Cuaderna Maestra**

#### **Anexo II : Cuaderna Maestra**

#### **Anexo III : Cálculos de condición de carga**

<a href="#"><u>1. Condición de carga 1</u></a> .....	8
<a href="#"><u>2. Condición de carga 2</u></a> .....	10
<a href="#"><u>3. Condición de carga 3</u></a> .....	12
<a href="#"><u>4. Condición de carga 4</u></a> .....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

Este cuaderno trata de definir la estructura del buque proyecto mediante diferentes elementos estructurales que desarrollan la Cuaderna Maestra condicionados por los esfuerzos a lo que se somete y espacios de carga.

Se definirá el escantillonado de la Cuaderna Maestra y se calculará los parámetros de los distintos elementos y se comprobará el cumplimiento con los requisitos de módulo, inercia, momento flector máximo y esfuerzos cortantes de acuerdo al DNV –GL.

Las características del buque a evaluar son las que se indican en la tabla de abajo.

**Tabla 1: Características del buque**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Puntal a la cubierta principal (D)	8,3 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
Velocidad	25 nudos

## 2. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA

Los escantillones serán obtenidos para el diseño estructural del cuerpo central del buque, entre el mamparo de colisión (Cuaderna 11) y el pique de popa (Cuaderna 231). El buque dispone de 3 cubiertas fijas y una cubierta móvil para la estiba de semi-trailer pero esta no se considera para la resistencia longitudinal.

Por la necesidad de amplias zonas de aparcamiento de la carga rodada se dispone de estructura mixta, transversal y longitudinal. Distribuida de la siguiente manera:

- Estructura longitudinal en cubiertas, costados de fondo, y doble fondo.
- Estructura transversal en costados por debajo de la cubierta principal y pantoque por razones constructivas.



Dispondrá de un mínimo número de mamparos longitudinales por las formas del buque y solo se dispondrán mamparos extendidos en manga los requeridos por cumplimiento de averías. Al tener la mayor parte de los paneles de debajo de la cubierta principal curvaturas importantes, predominará un sistema constructivo transversal en la carena del buque.

## **2.1 Definición de la estructura**

### **2.1.1. Doble fondo**

El doble fondo constará de estructura longitudinal para responder de forma adecuada a la flexión del buque-viga y también para facilitar la revisión de los tanques. Sus elementos primarios estructurales son las vagras y las varengas. La altura del doble fondo en la parte central será de 2000 mm, cumpliéndose así con la altura mínima exigible.

Las varengas, planchas transversales (refuerzos primarios en este buque), se situarán cada cuatro claras de cuadernas, coincidiendo, de esta forma, con la separación entre **bulárcamas**, siendo esta de **3.000 mm**. Cuando estas coincidan con un mamparo estanco, estas también serán estancas, y aligeradas en caso contrario.

Las vagras, planchas longitudinales, se dispondrán de tal forma que coincidan con los mamparos longitudinales de los tanques. Al igual que en el caso anterior, serán estancas o aligeradas, según sea necesario.

La estructura secundaria será la compuesta por longitudinales de refuerzo de las planchas del fondo y doble fondo. La instalación de longitudinales en el fondo ayudará a resistir las cargas locales hidrostáticas.

### **2.1.2. Cubiertas**

El tipo de estructura será longitudinal, debido a que ésta ofrece un comportamiento muy efectivo frente a la flexión del buque-viga. Éste tipo de estructura también favorece el tendido de cables eléctricos, sistemas de tuberías, etc.

La estructura primaria está conformada por baos reforzados, los cuales estarán soportados en ocasiones por puntales, y la estructura secundaria corresponderá a los longitudinales.

También se dispondrá de esloras que permitirán distribuir las cargas de los baos. La disposición de los baos y bulárcamas será tal que se consiga que éstos se encarguen de soportar a los elementos resistentes longitudinales, los cuales se encontrarán aportando rigidez a las chapas de las cubiertas.

Las cubiertas corridas que componen el buque y se prolongan a lo largo de la eslora del mismo, se encontrarán sometidas a cargas repartidas en las huellas de los vehículos en su posición de estiba; dicha concentración de cargas dará lugar a esfuerzos considerables, por tanto será necesaria la distribución de numerosos refuerzos longitudinales para el apoyo de las planchas.

### **2.1.3 Costados**

Debido a que el uso de elementos longitudinales se ve condicionado por las formas, se dispondrá de estructura transversal hasta la cubierta principal (cubierta nº3). También se considera oportuna la elección de este tipo de estructura debido al tipo de carga que soporta, como es son los golpes de mar, además del tendido de cables eléctricos y sistema de tuberías.

Los elementos primarios serán los palmejares (también soportan cargas hidrodinámicas), dispuestos longitudinalmente. Los elementos secundarios se compondrán por cuadernas y bulárcamas.

La razón por la que se considera apropiado disponer de estructura longitudinal a partir de la cubierta principal, es debido a que a partir de esta, se dispondrá de aberturas para la colocación de la ventilación necesaria en cubiertas de carga de este tipo de buques, y también, en la cubierta de habilitación, para la colocación de los ventanales.

Con la intención de evitar vigas en voladizo excesivo, se hace necesaria la instalación de puntales, los cuales ayudarán a reducir la luz en las zonas en las que se dispone de aberturas para la instalación de rampas. En estas zonas de abertura la transmisión de la carga será a través de las esloras.

Además, la existencia de baos reforzados, los cuales descansarán sobre bulárcamas, ayudará a transmitir las diferentes cargas soportadas a los puntales y costados.

### **2.1.4 Pantoque**

Esta zona es de estructura transversal, así se evitará las intersecciones de los refuerzos longitudinales, dado que estos deberían seguir el afinamiento de las formas. Este buque suele tener inconvenientes en este sentido debido a su bajo coeficiente de bloque, el cual hace que carezca de cuerpo cilíndrico.

## **2.2. Selección del material a emplear**

El material principal empleado en la estructura será el acero con el módulo de Young y coeficiente de Poisson siguientes:

$$E = 206\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0.3$$

El aluminio en la superestructura supondría un ahorro de peso, las complicaciones que conlleva su soldadura con el acero o la posibilidad de aluminotermia en caso de incendio, lo que obliga a aislarlo convenientemente, desechan por ahora esa posibilidad

Se relacionan los siguientes aceros de resistencia normal utilizados en buques. DNV-GL Part 3 Hull, Ch.3, Sec.1 (Materials).

**Tabla 2: Propiedades mecánicas en casco de aceros**

<i>Steel grades for plates with <math>t_{as\_built} \leq 150</math> mm</i>	<i>Specified minimum yield stress <math>R_{eH}</math> in N/mm<sup>2</sup></i>	<i>Specified tensile strength <math>R_{m}</math> in N/mm<sup>2</sup></i>
A-B-D-E	235	400 – 520
A32-D32-E32-F32	315	440 – 570
A36-D36-E36-F36	355	490 – 630
A40-D40-E40-F40	390	510 – 660
A47-D47-E47-F47	460	570 – 720

*Fuente: DNV-GL*

En la selección del material se ha de considerar la minimización del coste según la calidad y el peso del material. En la siguiente tabla se muestra el grado y clases mínimas de material para los distintos elementos estructurales.

**Tabla 3: Grados y clase mínima de acero exigido**

<i>Structural member category</i>		<i>Material class/grade</i>
<i>Secondary</i>	A1. Longitudinal bulkhead strakes, other than those belonging to the Primary category A2. Deck plating exposed to weather, other than that belonging to the Primary or Special category A3. Side plating	- Class I within 0.4 L amidships - Grade A/AH outside 0.4 L amidships
<i>Primary</i>	B1. Bottom plating, including keel plate B2. Strength deck plating, excluding that belonging to the Special category B3. Continuous longitudinal plating of strength members above strength deck, excluding hatch coamings B4. Uppermost strake in longitudinal bulkhead B5. Vertical strake (hatch side girder) and uppermost sloped strake in top wing tank	- Class II within 0.4 L amidships - Grade A/AH outside 0.4 L amidships
<i>Special</i>	C1. Sheer strake at strength deck <sup>(1)</sup> C2. Stringer plate in strength deck <sup>(1)</sup> C3. Deck strake at longitudinal bulkhead, excluding deck plating in way of inner-skin bulkhead of double-hull ships <sup>(1)</sup>	- Class III within 0.4 L amidships - Class II outside 0.4 L amidships - Class I outside 0.6 L amidships
	C4. Strength deck plating at outboard corners of cargo hatch openings in container ships and other ships with similar hatch opening configuration	- Class III within 0.4 L amidships - Class II outside 0.4 L amidships - Class I outside 0.6 L amidships - Minimum Class III within cargo region
	C5. Strength deck plating at corners of cargo hatch openings in bulk carriers, ore carriers, combination carriers and other ships with similar hatch opening configurations C5.1 Trunk deck and inner deck plating at corners of openings for liquid and gas domes in membrane type liquefied gas carriers.	- Class III within 0.6 L amidships - Class II within rest of cargo region
	C6. Bilge strake of ships with double bottom over the full breadth and with length less than 150 m	- Class II within 0.6 L amidships - Class I outside 0.6 L amidships
	C7. Bilge strake in other ships <sup>(1)</sup>	- Class III within 0.4 L amidships - Class II outside 0.4 L amidships - Class I outside 0.6 L amidships
	C8. Longitudinal hatch coamings of length greater than 0.15 L including coaming top plate and flange C9. End brackets and deckhouse transition of longitudinal cargo hatch coamings	- Class III within 0.4 L amidships - Class II outside 0.4 L amidships - Class I outside 0.6 L amidships - Not to be less than Grade D/DH
	1) Single strakes required to be of class III within 0.4 L amidships shall have breadths not less than $800 + 5 L$ , in mm, need not be greater than 1800 mm, unless limited by the geometry of the ship's design.	

Fuente: DNV-GL

En la siguiente tabla se define el tipo de acero en función del espesor y clase del material.

**Tabla 4: Requerimientos del grado de material para clases I,II,III**

Class	I		II		III	
As-built thickness, in mm	NS	HT	NS	HT	NS	HT
$t \leq 15$	A	AH	A	AH	A	AH
$15 < t \leq 20$	A	AH	A	AH	B	AH
$20 < t \leq 25$	A	AH	B	AH	D	DH
$25 < t \leq 30$	A	AH	D	DH	D	DH
$30 < t \leq 35$	B	AH	D	DH	E	EH
$35 < t \leq 40$	B	AH	D	DH	E	EH
$40 < t \leq 50$	D	DH	E	EH	E	EH
$50 < t \leq 150$	D	DH	E	EH	E	EH

*Fuente: DNV-GL*

Se selecciona el **acero de tensión elástica de 235 N/mm<sup>2</sup> grado A** para chapas de más de 20 mm., en caso de no ser validado en la comprobación de la resistencia estructural, se analizará un acero de mayor límite elástico de 235 N/mm<sup>2</sup>

### 3. PARÁMETROS REGLAMENTARIOS DE CÁLCULO

De acuerdo al DNV-GL Part3, Ch.1, Sec.4, se tendrán en cuenta los siguientes valores para el cálculo de estructuras.

#### 3.1 Calado de escantillonado ( $T_{sc}$ )

Este valor corresponde al calado en máxima carga obtenido de las condiciones de carga del Cuaderno 5 de 7,143 m. Aumentamos este valor con margen de seguridad del 4% por incremento del desplazamiento del buque debido al incremento del rosca o por incremento de calado en inundación por avería. Se tiene:

$$T = 7,4287 \text{ m}$$

### 3.2 Eslora ( $L_{sc}$ )

La eslora reglamentaria es la distancia medida en la flotación del calado de escantillonado desde la cara proel de la roda al centro de la mecha del timón. L no ha de ser inferior al 96 % ni exceder el 97% de la eslora de flotación al calado de escantillonado.

El menor de:

$$* 0,96 \cdot 180,696 \text{ m} = 173,468 \text{ m} \quad \text{o} \quad * 0,97 \cdot 186,135 = 180,551 \text{ m}$$

$$L_{sc} = 173,468 \text{ m}$$

### 3.3 Eslora de francobordo ( $L_{FBO}$ )

La Eslora de Francobordo (LFBO) es el 96% de la eslora total en una línea de flotación situada a una distancia de la quilla igual al 85% del puntal mínimo de trazado o la eslora medida en esa flotación desde la cara proel de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si esta segunda magnitud es mayor.

La mayor de:

$$\rightarrow 0,96 \cdot 185,78 \text{ m} = 178,349 \text{ m} \quad \text{o} \quad \rightarrow 180,337 \text{ m}$$

$$L_{FBO} = 180,337 \text{ m}$$

### 3.4 Manga (B)

Corresponde a la manga máxima medida en el centro del buque en el calado de escantillonado.

$$B = 25,2 \text{ m}$$

### 3.5 Puntal (D)

El puntal es la distancia vertical medida en el centro del buque desde la línea base hasta el canto superior de la línea de cubierta continua más alta.

$$D = 18,5 \text{ m}$$

### 3.6 Coeficiente de bloque ( $C_b$ ):

Para obtener el valor de coeficiente de bloque es necesario conocer el valor del desplazamiento para el calado estipulado, con el valor obtenido de Maxsurf  $\Delta = 24189,57 \text{ t}$ . El valor de coeficiente de bloque resulta en:

$$C_b = \frac{\Delta}{1,025 L B T_{sc}} = \frac{24189,57}{1,025 \cdot 173,468 \cdot 25,2 \cdot 7,4287} = 0,727$$

$$C_b = 0,727$$

## 4. MOMENTOS FLECTORES Y ESFUERZOS CORTANTES

En este apartado se pretende definir las cargas a las que estará sometida la estructura del buque siguiendo las formulaciones del DNV GL

### 4.1. Solicitaciones debidas a la ola

#### 4.1.1. Momentos flectores debidos a la ola

Se aplica para el cálculo de momentos en arrufo y quebranto, Part 3, Chapter 4, Section 4

$$M_{wv-h} = 0.19 f_{n\ell-vh} f_m f_p C_w L^2 B C_B$$

$$M_{wv-s} = -0.19 f_{n\ell-vs} f_m f_p C_w L^2 B C_B$$

Donde:

$F_{nl-vh}=1$ , considera efectos no lineales en quebranto para resistencia y fatiga

$$f_{nt-s} = 0.58 \left( \frac{C_B + 0.7}{C_B} \right)$$

$F_{nl-vs}=$

$F_m$ = factor de distribución de momento a lo largo de la eslora.

$$f_m = 0.0 \text{ for } x \leq 0$$

$$f_m = 1.0 \text{ for } 0.4 L \leq x \leq 0.65 L$$

$$f_m = 0.0 \text{ for } x \geq L$$

$F_p=F_{ps}=1$ , factor dependiente de la carga de diseño aplicable.

$C_w$ , coeficiente de ola en m.

$$C_w = 10.75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{1.5}$$

**Tabla 5: Parámetros momento debido a las olas**

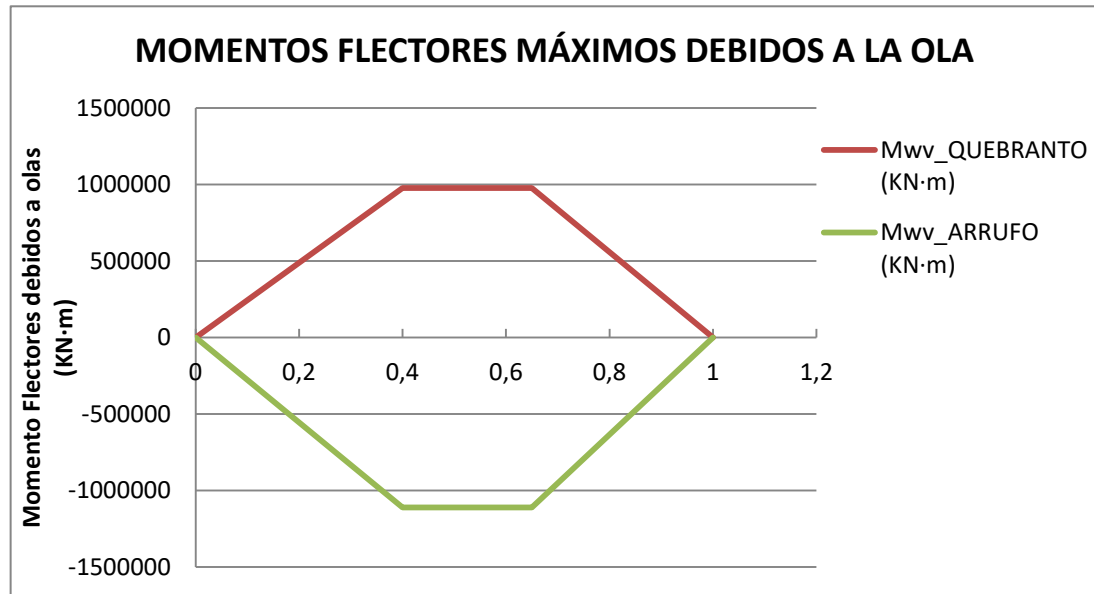
PARÁMETRO	VALOR
$F_{nl-vh}$	1
$F_{nl-vs}$	1,138
$F_m$	1
$F_p$	1
$C_w$	9,327

Para estos parámetros tenemos:

**Tabla 6: Momentos debido a las olas**

Momentos	VALOR
Mw máximo (KN·m) sagging/arrufo	-1.111.723,89
Mw máximo (KN·m) haggging/quebranto	976.910,27

**Fig. 1**



#### 4.1.2. Esfuerzos cortantes debidos a la ola

Se obtienen a partir de Part 3, Chapter 4, Section 4

$$Q_{wv-pos} = 0.52 f_{q-pos} f_p \cdot C_W L \cdot B \cdot C_B$$

$$Q_{wv-neg} = -(0.52 f_{q-neg} f_p \cdot C_W L \cdot B \cdot C_B)$$

Donde:

$f_p = 1$

$f_{qpos}$ = factor de distribución de esfuerzo cortante a lo largo de la eslora.

0 para  $x \leq 0$

$0,92 f_{nl-h}$  para  $0.2L \leq x \leq 0.3L$

$0.7 f_{nl-s}$  para  $0.4L \leq x \leq 0.6L$

$1 f_{nt-s}$  para  $0.7L \leq x \leq 0.85L$

0 para  $x \geq 0$



$f_{qneg}$ = factor de distribución de esfuerzo cortante a lo largo de la eslora.

0 para  $x \leq 0$

$0,92 f_{nl-s}$  para  $0.2L \leq x \leq 0.3L$

$0.7 f_{nl-s}$  para  $0.4L \leq x \leq 0.6L$

$1 f_{nt-h}$  para  $0.7L \leq x \leq 0.85L$

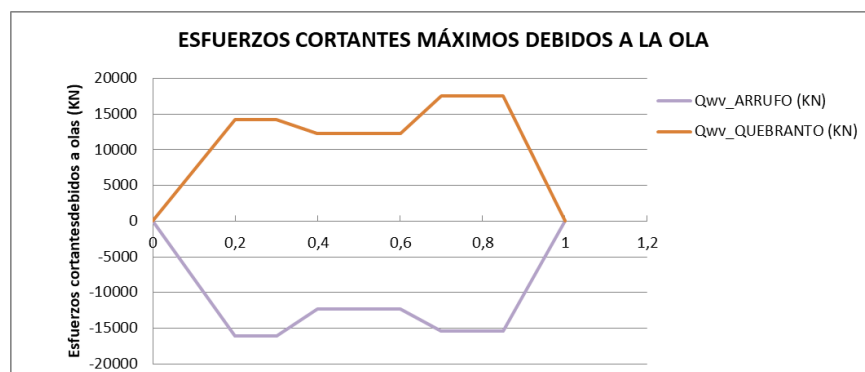
0 para  $x \geq L$

Para estos parámetros tenemos:

**Tabla 7: Esfuerzos cortantes debidos a las olas**

PARÁMETRO	VALOR
Qw máximo (KN) sagging/arrufo	-16.136,7153
Qw máximo (KN) haggging/quebranto	17.539,9079

**Fig. 2**



## 4.2. Condición de aguas tranquilas

### 4.2.1. Momentos flectores en aguas tranquilas

El momento flector en aguas tranquilas corresponde con el máximo momento flector obtenido en las condiciones de carga.

El momento en aguas tranquilas determinado por las Sociedades de Clasificación Part 3, Chapter 4, Section 4 se determina en arrufo y quebranto respectivamente con las expresiones:

$$M_{sw-h-min} = f_{sw} (171C_w L^2 B(C_B + 0.7) 10^{-3} - M_{wv-h-mid})$$

$$M_{sw-s-min} = -0.85f_{sw} (171C_w L^2 B(C_B + 0.7) 10^{-3} + M_{wv-s-mid})$$

Donde:

$M_{vw-h-mid} = 976.910,27 \text{ KN}\cdot\text{m}$ , momento de ola en quebranto de la sección media

$M_{vw-s-mid} = -1.111.723,89 \text{ KN}\cdot\text{m}$ , momento de ola en arrufo de la sección media

$f_{sw}$ , distribución del factor a lo largo de la eslora.

0 para  $x \leq 0$

0,15 para  $x=0.1L$

1 para  $0.3L \leq x \leq 0.7L$

0,15 para  $x=0.9L$

0 para  $x \geq L$

Para estos parámetros tenemos:

**Tabla 8: Momentos flectores en aguas tranquilas**

MOMENTOS	VALOR
Mw máximo (KN-m) sagging/arrufo	-521.952,14
Mw máximo (KN-m) haggging/quebranto	748.874,96

#### 4.2.2. Esfuerzos cortantes en aguas tranquilas

Los esfuerzos cortantes de diseño en aguas tranquilas serán aquellos valores máximo y mínimo obtenidos en el estudio de las condiciones de carga,

Los valores mínimos del reglamento son obtenidos mediante:

$$Q_{sw-pos-min} = \frac{5f_{qs}M_{sw-min}}{L}$$

$$Q_{sw-neg-min} = \frac{-5f_{qs}M_{sw-min}}{L}$$

Donde:

$M_{sw\_min}$ : Máximo absoluto de  $M_{sw-h \text{ min}}$  y  $M_{sw-s \text{ min}}$

$f_{qs}$  factor de distribución a lo largo de la eslora de los siguientes valores:

0 para  $x \leq 0$

1 para  $0.15L \leq x \leq 0.3L$

0.8 para  $0.4L \leq x \leq 0.6L$

1 para  $0.7L \leq x \leq 0.85L$

0 para  $x \geq L$

Para estos parámetros tenemos:

**Tabla 9: Esfuerzos cortantes en aguas tranquilas**

ESFUERZOS CORTANTES	VALOR
Qw máximo (KN) positivo	21.585,39
Qw máximo (KN) negativo	-21.585,39

#### 4.3. Determinación del Módulo e Inercia Mínima.

El objetivo final para el cual se calculan los escantillones, desde el punto de vista de la viga buque es la comprobación del módulo e inercia mínima. Los valores de módulo e inercia mínima corresponden a los siguientes:

##### MÓDULO:

Será el mayor de los siguientes según Part3, Chapter 5, Section 2:

$$Z_{R-gr} = k \left( \frac{1+f_r}{2} \right) C_w L^2 B (C_b + 0.7) 10^{-6}$$

$$Z_{gr} = \frac{|M_{sw} + M_{wv}|}{\sigma_{perm}} 10^{-3}$$

donde:

$\sigma_{perm}$  = tensión permisible en KN/m<sup>2</sup>

$$\frac{125}{k} \text{ para } \frac{x}{L} \leq 0.1$$

$$\frac{175}{k} \text{ para } 0.3 \leq \frac{x}{L} \leq 0.7$$

$$\frac{125}{k} \text{ para } \frac{x}{L} \geq 0.9$$

**Tabla 10: Módulo de la sección**

	MODULO DE LA SECCIÓN
Zmin	10,0923 m <sup>3</sup>
Zgr quebranto	9,8616 m <sup>3</sup>
Zgr arrufo	9,3353 m <sup>3</sup>

#### INERCIA MÍNIMA:

Viene dada por la expresión

$$I_{yR-gr} = 3f_r C_w L^3 B (C_B + 0.7) 10^{-8}$$

Calculando se obtiene:

$$I_{min} = 52,5208 \text{ m}^4$$

## 5. ESCANTILLONADO

### 5.1. Parámetros

En este apartado se realizará la definición de alguno de los parámetros más utilizados en el cálculo del escantillonado indicado en *DNV-GL Part 3, Chapter 1, Sec 4*.

- $k$ ; factor material para acero normal y de alta resistencia. Para éste diseño tomará un valor igual a la unidad.
- $L_1$ ; igual a  $L$  para buques de eslora menor a 250 m.
- $L_2$ ; igual a  $L$  para buques de eslora menor de 300 m.
- $S$ ; espaciado entre los refuerzos primarios, medido en m.
- $s$ ; espaciado entre refuerzos secundarios, medido en mm.

## 5.2. Acero longitudinal

En el cálculo del dimensionado se considera las planchas de cubiertas y su reforzado secundario, reforzado primario de los costados y doble fondo como estructura longitudinal, esloras

### 5.2.1 Plancha y reforzado secundario de Cubierta resistente

Se toma como cubierta resistente la cubierta superior, cubierta continua más alta. La separación del reforzado secundario ( s ) será 750 mm entre longitudinales y los refuerzos primarios , baos , estarán separados ( S ) 3 metros coincidiendo con las bulárcamas.

#### PLANCHAS

El espesor de la plancha de cubierta será le mayor de las siguientes opciones;

a) En buques ro-ro se requiere en cubierta de carga según *DNV-GL Part 3, Ch10, Sec 5.3.1.1*:

Siendo:

$\alpha_p = 1$ . Factor de corrección de aspecto radio del panel

$K_w = 0,9977$ . Coeficiente en función del área de carga (huella de semitrailer)

$C = 440$  mm. Coeficiente en función del área de carga (huella de carga semitrailer)

$b = 600$  mm. Anchura de la huella del semitrailer

$P = 144,172 \text{ Kn/m}^2$ . Presión de diseño de la carga (Part 3, Ch10, Sec.5,2.1.1)

$m = 10,582$ . Factor del momento cortante

$C_a = 1,664$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero .

$$t = \frac{77.4 \alpha_p \sqrt{k_w c b P}}{\sqrt{m C_a R_{eH}}} 10^{-3}$$

$$t_1 = 7,415 \text{ mm}$$

b) Mínimo exigido por corrosión (Pt. 3, Ch3, Sec 2).

El espesor bruto por ambas caras con reserva de espesor será

$$t_{gr} = t + t_c$$

El espesor mínimo se expresa como

$$t = a + bL_2\sqrt{k}$$

A	B	k
4,5	0,02	1

$$t_2 = 7,969 \text{ mm}$$

$$t_{gr} = 9,469 \text{ mm}$$

c) El valor exigido debido a la presión lateral (Pt3, Ch6, Sec.4)

$$t = 0.0158 \alpha_p b \sqrt{\frac{P}{C_a R_{eH}}}$$

$\alpha_p = 1$ . factor de corrección de aspecto radio del panel

$C_a = 0,614$ . Coeficiente de tensión cortante por plancha

$b = 0,75 \text{ m}$ . Anchura de la plancha del panel

$P = 144,172 \text{ Kn/m}^2$ . Presión de diseño de la carga (Part 3, Ch6, Sec 2 [2]) calculado en el punto definido en (Part 3, Ch3, Sec 7 [2.2])

$m = 10,582$ . Factor del momento cortante

$C_a = 1,664$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero.

$$t_3 = 6,892 \text{ mm}$$

$$t_{gr} = 8,392 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor para la cubierta resistente.

$t_{\text{cub-res}} = 8 \text{ mm}$ $t_{\text{gr cub-res}} = 10 \text{ mm}$
---

## LONGITUDINALES

Se calcula los espesores mínimos exigidos para el alma de los longitudinales. El espesor a considerar será el de mayor valor:

a) Sujetos a la presión lateral según *Part 3, Ch.6, Sec5* para alma con criterio AC-II

$$t_w = \frac{f_{shr} |P| s \ell_{shr}}{d_{shr} C_{teH}}$$

$$t_{1 \text{ alma}} = 4,512$$

$f_{shr}=0,4$ . Factor de distribución de fuerza cortante

$C_t=0,9$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero.

$P=48,79 \text{ KN/m}^2$ . Presión de diseño (*Part 3, Ch6, Sec 2*) calculado en el punto definido en (*Part 3, Ch3, Sec 7 [3.2]*).

$\ell_{shr}=3 \text{ m}$ . Distancia efectiva a cortante

$s=750 \text{ mm}$ . Distancia entre refuerzos secundarios

$\sigma_{hg}=150 \text{ N/mm}^2$ . Tensión longitudinal de la viga.

b) Según *Part. 3, Ch,6, Sec.3* , el valor mínimo será:

$$t = a + b L_2 \sqrt{k}$$

$$t_{2 \text{ alma}} = 7 \text{ mm}$$

Se considera un espesor mínimo del alma para los longitudinales de 7 mm.

El módulo mínimo a cumplir será según *Part. 3, Ch.6, Sec.5*

$$Z_{\text{min refuerzo}} = 88,928 \text{ cm}^3$$

$$Z = \frac{f_u |P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$F_u=1,03$ . Factor para perfiles asimétricos, perfiles de bulbo.

$f_{bdg} = 10$ . Factor de momento cortante

$s=750$  mm. Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s=0,462$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$\alpha_s = 1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$\beta_s = 1,1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

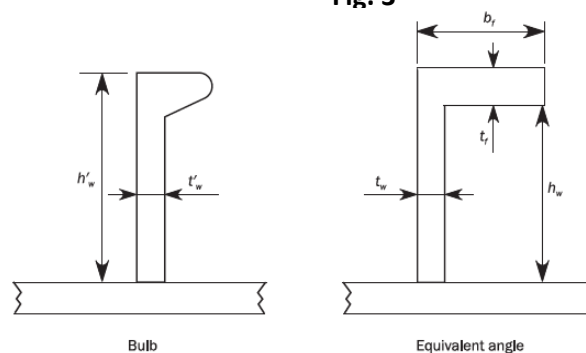
$C_{s\_max}= 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$L_{bdg} = 1,6$  m. Distancia efectiva de momento flector.

### 5.2.1.1 Perfiles utilizados en la cubierta resistente

Se propone perfiles de bulbo HP 200 X10 y HP 220 X10 definidos por los siguientes parámetros como figura en Part.3, Ch3, Sec.7.

Fig. 3



LONGITUDINAL DE CS HP 220X10	
Altura bulb h'w	220 mm
Espesor bulbo t'w	10 mm
alpha	1 mm
Altura alma hw	198,09 mm
Espesor alma tw	10 mm
Ancho ala bf	40,836 mm
Espesor ala tf	21,913 mm
zg	12,96 cm
Plancha CUB.SUPERIOR	10 mm

LONGITUDINAL DE CS HP 200X10	
Altura bulb h'w	200 mm
Espesor bulbo t'w	10 mm
alpha	1 mm
Altura alma hw	180,26 mm
Espesor alma tw	10 mm
Ancho ala bf	37,851 mm
Espesor ala tf	19,739 mm
zg	12,96 cm
Plancha CUB.SUPERIOR	10 mm



### 5.2.2 Plancha y reforzado secundario bajo Cubierta resistente

Se calcula el espesor para las planchas y los longitudinales de la cubierta principal, cubierta 3 con altura de 8,3 m. Se aplican las mismas fórmulas expresadas anteriormente, solo se indicaran los parámetros utilizados.

#### PLANCHAS

Las planchas bajo cubierta son las pertenecientes a la cubierta 3, cubierta principal situada a 8300 mm de la línea base. Se consideran los espesores mínimos por corrosión y presión lateral.

a) Mínimo exigido por corrosión (Pt. 3, Ch3, Sec 2).

El espesor bruto por ambas caras con reserva de espesor será

$$t_{gr} = t + t_c$$

El espesor mínimo se expresa como  $t = a + bL_2\sqrt{k}$

$t_1 = 4,5 \text{ mm}$

$t_{gr} = 6 \text{ mm}$

a	b	k
4,5	0,01	1

$\alpha_p = 0.5$ . factor de corrección de aspecto radio del panel

$C_a = 0,614$ . Coeficiente de tensión cortante por plancha

$b = 0,75 \text{ m}$ . Anchura de la plancha del panel

$P = 97,58 \text{ Kn/m}^2$ . Presión de diseño de la carga. (Part 3, Ch6, Sec 2 [2]) calculado en el punto definido en (Part 3, Ch3, Sec 7 [2.2])

$m = 10,582$ . Factor del momento cortante

$C_a = 2$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero.

b) El valor exigido debido a la presión lateral (Pt3, Ch6, Sec.4)

$t_3 = 9,746 \text{ mm}$

$t_{gr} = 11,746 \text{ mm}$

Se selecciona un espesor para la cubierta principal.

$$t_{\text{cub-ppal}} = 10 \text{ mm} \quad t_{\text{gr-cub-ppal}} = 11 \text{ mm}$$

### 5.2.2.1 Perfiles utilizados en la cubierta principal

Se propone perfiles de bulbo HP 200 X 9 y HP 220 X10 definidos por los siguientes parámetros como figura en Part.3, Ch3, Sec.7.

Fig. 4

LONGITUDINAL DE CP HP 200X9		LONGITUDINAL DE CP HP 220X10	
Altura bulbo h'w	220 mm	Altura bulbo h'w	220 mm
Espesor bulbo t'w	10 mm	Espesor bulbo t'w	10 mm
alpha	1 mm	alpha	1 mm
Altura alma hw	198,09 mm	Altura alma hw	198,09 mm
Espesor alma tw	10 mm	Espesor alma tw	10 mm
Ancho ala bf	40,836 mm	Ancho ala bf	40,836 mm
Espesor ala tf	21,913 mm	Espesor ala tf	21,913 mm
zg	14,55 cm	zg	14,45 cm
Plancha CUB.PRINCIPAL	12 mm	Plancha CUB.PRINCIPAL	11 mm

### 5.2.3 Escantillando del doble fondo y fondo

El escantillonado del doble fondo se calcula comprobando que cumple con los mínimos exigidos del criterio general y de presión lateral con márgenes de corrosión en la chapa de fondo y doble fondo y reforzado longitudinal.

#### Planchas de doble fondo

a) Mínimo exigido por criterio general con márgenes de corrosión según DNV-GL, Part3, Ch. 3, Sec.2)

a	b	k
4,5	0,02	1

$$t_1 = 4,5 \text{ mm}$$

$$t_{gr} = 6 \text{ mm}$$

b) El valor exigido debido a la presión lateral (Pt3, Ch6, Sec.4)

$\alpha_p = 0.5$ . Factor de corrección de aspecto radio del panel

$C_a = 0,614$ . coeficiente de tensión cortante por plancha

$b = 0,75 \text{ m}$ . Anchura de la plancha del panel

$P = 156 \text{ Kn/m}^2$ . Presión de diseño de la carga. (Part 3, Ch6, Sec 2 [2]) calculado en el punto definido en (Part 3, Ch3, Sec 7 [2.2])

$m = 10,582$ . Factor del momento cortante

$C_a = 0,95$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero.

$$t_2 = 12,323 \text{ mm}$$

$$t_{gr} = 13,823 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor para la cubierta 2 de doble fondo:

$t_{cub\_DBfondo} = 12 \text{ mm}$	$t_{gr\_cub\_DBfondo} = 14 \text{ mm}$
------------------------------------	--

### Planchas de fondo

a) Mínimo exigido por criterio general con márgenes de corrosión según DNV-GL, Part3, Ch. 3, Sec.2) con criterio de aceptación II:

a	b	k
4,5	0,02	1

$$t_1 = 10,571 \text{ mm}$$

$$t_{gr} = 12 \text{ mm}$$

b) El valor exigido debido a la presión lateral (Pt3, Ch6, Sec.4)

$\alpha_p = 0.5$ . Factor de corrección de aspecto radio del panel

$C_a = 0,614$ . Coeficiente de tensión cortante por plancha

$b = 0,75 \text{ m}$ . Anchura de la plancha del panel

$P = 58,85 \text{ Kn/m}^2$ . Presión de diseño de la carga. (Part 3, Ch6, Sec 2 [2]) calculado en el punto definido en (Part 3, Ch3, Sec 7 [2.2])

$m = 10,582$ . Factor del momento cortante

$C_a = 0,95$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero.

$$t_2 = 7,569 \text{ mm}$$

$$t_{gr} = 9,069 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor para planchas del fondo:

$t_{\text{fondo}} = 11 \text{ mm}$	$t_{gr_{\text{fondo}}} = 12 \text{ mm}$
------------------------------------	---

## LONGITUDINALES DE FONDO Y DOBLE FONDO

Se calcula los espesores mínimos exigidos para el alma de los longitudinales. El espesor a considerar será el de mayor valor:

a) Sujetos a la presión lateral según *Part 3, Ch.6, Sec5* para alma con criterio AC-II con márgenes por corrosión.

$$t_w = \frac{f_{shr} |P| s \ell_{shr}}{d_{shr} C_t \tau_{eH}}$$

$$t_{1 \text{ alma fondo}} = 7,857 \text{ mm}$$

$$t_{1 \text{ alma doblefondo}} = 18,352 \text{ mm}$$

b) Según *Part. 3, Ch.6, Sec.3* , el valor mínimo será:

$$t = a + bL_2\sqrt{k}$$

**Tabla 11 Parámetros escantillado de longitudinales**

L.fondo	L.doble fondo	Descripción
$f_{shr}=0,7$	$f_{shr}=0,7$	Factor de distribución de fuerza cortante
$Ct=0,9$		Coeficiente de tensión cortante admisible
$R_{eH}=235 \text{ N/mm}^2$		Tensión admisible del acero.
$P=58,85 \text{ KN/m}^2$	$P=156 \text{ KN/m}^2$	Presión de diseño
$l_{shr}=3 \text{ m}$		Distancia efectiva a cortante
$s=750 \text{ mm}$		Distancia entre refuerzos secundarios
$\sigma_{hg}=150 \text{ N/mm}^2$		Tensión longitudinal de la viga.

$$t_{2 \text{ alma fondo}} = 7 \text{ mm}$$

$$t_{2 \text{ alma fondo}} = 7 \text{ mm}$$

Se tomará el mínimo de 7 mm para el refuerzo del fondo y 12 mm para los longitudinales de doble fondo.

El módulo mínimo a cumplir será según *Part. 3, Ch.6, Sec.5*

$$Z = \frac{f_u |P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$$Z_{\text{min refuerzo fondo}} = 265,149 \text{ cm}^3$$

$$Z_{\text{min refuerzo doble fondo}} = 702,859 \text{ cm}^3$$

**Tabla 12 Parámetros del módulo mínimo de longitudinales**

L.fondo	L.doble fondo	Descripción
$F_u=1,03$		Factor para perfiles asimétricos, perfiles de bulbo.
$f_{bdg} = 8$		Factor de momento cortante
$s=750 \text{ mm}$		Distancia entre refuerzos secundarios
$C_s=0,462$		Coeficiente de tensión cortante admisible
$\alpha_s = 1$		Coeficiente definido en tabla para AC-II
$\beta_s = 1,1$		Coeficiente definido en tabla para AC-II

<b>C<sub>s_max</sub> = 0,95</b>	Coeficiente definido en tabla para AC-II
<b>L<sub>bdg</sub> = 2,25 m</b>	Distancia efectiva de momento flector.

El doble fondo tendrá los mismos perfiles de bulbo HP 200 x 9 y HP200 x 10 que la cubierta principal y el mismo perfil que HP 220 x10 que en el doble fondo como muestra en la figura.

### 5.2.3.1 Perfiles utilizados en fondo y doble fondo

Fig. 5

L.fondo	L.doble fondo	LONGITUDINAL DE fondo HP 220X10	
HP 220 x10	HP 220 x10	Altura bulb h'w	220 mm
	HP 200 x9	Espesor bulbo t'w	10 mm
		alpha	1 mm
		Altura alma hw	198,09 mm
		Espesor alma tw	10 mm
		Ancho ala bf	40,836 mm
		Espesor ala tf	21,913 mm
		zg	14,55 cm
		Plancha fondo	12 mm

### 5.2.4 Escantillonado de costado

Se distinguen tres alturas respecto a la cubierta de compartimentado. Se calcula el escantillón de la plancha de costado, longitudinales y vagras.

Planchas del forro

a) Mínimo por criterio general, *Part3, Chap.6, Sec.3* con grado de aceptación II:

$$t = a + bL_2\sqrt{k}$$

Tabla 13 Parámetros del escantillonado de planchas

	Hasta 12,5 m	Desde 12,5- 14,753 m	Desde 14,753- 17,053 m
a	4	4	4
b	0,035	0,025	0,02

Los espesores netos y finales con margen para cada nivel serían:

$$t_1 = 10,071 \text{ mm} \rightarrow t_1 = 12 \text{ mm}$$

$$t_2 = 8,337 \text{ mm} \rightarrow t_2 = 10 \text{ mm}$$

$$t_3 = 4 \text{ mm} \rightarrow t_3 = 6 \text{ mm}$$

b) Valor para estructura transversal *Part3, Chap.6, Sec.3*

$$t_1 = 32,466 \text{ mm} \rightarrow t_1 = 33 \text{ mm}$$

$\alpha_p = 1$ . Factor de corrección de aspecto radio del panel

$C_a = 0,028$ . Coeficiente de tensión cortante por plancha

$b = 0,75 \text{ m}$ . Anchura de la plancha del panel

$P = 48,79 \text{ Kn/m}^2$ . Presión de diseño de la carga

$m = 10,582$ . Factor del momento cortante

$C_a = 0,8$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$ . Tensión admisible del acero.

## LONGITUDINALES DE COSTADO

Se calcula los espesores mínimos exigidos para el alma de los longitudinales de costado de la cubierta 3 y 6. El espesor a considerar será el de mayor valor:

a) Sujetos a la presión lateral según *Part 3, Ch.6, Sec5* para alma con criterio AC-II con márgenes por corrosión.

$$t_w = \frac{f_{shr} |P| s \ell_{shr}}{d_{shr} C_{teH}}$$

$$t_{1 \text{ alma cub.3}} = 5,565 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$$

$$t_{1 \text{ alma cub.6}} = 6,018 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$$

**Tabla 14 Parámetros del escantillonado de plancha**

L.cub.3	L.cub.6	Descripción
$f_{shr}=0,5$		Factor de distribución de fuerza cortante
$C_t=0,75$		Coeficiente de tensión cortante admisible
$R_{eH}=235 \text{ N/mm}^2$		Tensión admisible del acero.
$P=48,79 \text{ KN/m}^2$		Presión de diseño
$l_{shr}=3 \text{ m}$		Distancia efectiva a cortante
$s=675 \text{ mm}$	$s=750 \text{ mm}$	Distancia entre refuerzos secundarios
$6h_g=150 \text{ N/mm}^2$		Tensión longitudinal de la viga.

b) Según *Part. 3, Ch.6, Sec.3* , el valor mínimo será:

$$t = a + bL_2\sqrt{k}$$

$$t_{2 \text{ alma cub.3}} = 7 \text{ mm}$$

$$t_{2 \text{ alma cub.6}} = 7 \text{ mm}$$

Se tomará el valor de 7 mm para el alma de los longitudinales de costado.

El módulo mínimo a cumplir será según *Part. 3, Ch.6, Sec.5*

$$Z = \frac{f_u |P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$$Z_{\text{min refuerzo costado}} = 217,073 \text{ cm}^3$$

Donde:

$F_u=1,03$ . Factor para perfiles asimétricos, perfiles de bulbo.

$f_{bdg}=12$ . Factor de momento cortante

$s=750 \text{ mm}$ . Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s=0,312$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$\alpha_s = 1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$\beta_s = 1,1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$C_{s\_max}= 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$L_{bdg} = 2,25 \text{ m}$  Distancia efectiva de momento flector.



#### 5.2.4.1 Perfiles utilizados en fondo y doble fondo

Fig. 6

L.fondo	L.doble fondo
HP 220 x10	HP 220 x10
	HP 200 x9

LONGITUDINAL DE fondo HP 220X10	
Altura bulb h'w	220 mm
Espesor bulbo t'w	10 mm
alpha	1 mm
Altura alma hw	198,09 mm
Espesor alma tw	10 mm
Ancho ala bf	40,836 mm
Espesor ala tf	21,913 mm
zg	14,55 cm
Plancha fondo	12 mm

#### 5.2.4.2 Vagras

Se dispondrán cuatro vagras estancas que limitan los tanques de lastre y otras dos aligeradas. Las vagras han de cumplir con el mínimo en Part.3, Ch.6, Sec.3.

$$t = a + bL_2\sqrt{k}$$

Tabla 15 Parámetros de vagras

	a	b	k
Vagra estanca	4,5	0,02	1
Vagra aligerada	4,5	0,015	1

$$t_{\text{vagra estanca}} = 8 \text{ mm}$$

$$t_{\text{vagra aligerada}} = 7 \text{ mm}$$

### 5.2.5 Esloras de cubierta

Tendrán las mismas dimensiones que los baos de cubierta dimensionados en el escantillonado de acero transversal.

### 5.2.6 Palmejares

Los palmejares de costado constituyen los refuerzos primarios del costado entre la cubierta 3 y 6 transmitiendo las cargas de la cubierta. Se calcula el módulo siguiendo Part 3, Ch.6, Sec.6 del DNV-GL:

$$Z_{n50} = 1000 \frac{P | S \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$P = 8,825 \text{ KN/m}^2$ . Presión de diseño para la carga de diseño

$f_{bdg} = 24$ . Factor de momento cortante

$s = 0,75 \text{ m}$ . Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s = 0,7$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$R_{eH} = 235 \text{ KN/mm}^2$ . Tensión mínima del material

$L_{bdg} = 2,25 \text{ m}$  Distancia efectiva de momento flector.

$$z = 15,09 \text{ cm}^3$$

### 5.2.7 Quilla vertical

En quillas de conducto como es el caso, la vagra central podrá ser sustituida por vagras laterales espaciadas no más de 3 m, Part.3, Ch.3, Sec.5. El ancho de la traca de quilla horizontal no ha de ser menos de  $0.8 + L/200$  y menor de 2.3 m

El espesor de quilla horizontal según criterio general será de 15 mm. y longitud de 2200 mm.

### 5.3. Acero transversal

Se calcula el escantillonado del acero transversal según DNV-GL Part.3, Ch.6, Sec.3.  
Se estudian las cuadernas, transversales de cubierta, varengas y mamparos.

#### 5.3.1 Cuadernas

El módulo mínimo especificado según reglamento a distintas alturas es:

$$Z = \frac{f_u |P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$$\begin{aligned} Z_{\min} \text{ refuerzo cubierta 1} &= 861,108 \text{ cm}^3 \\ Z_{\min} \text{ refuerzo cubierta 2} &= 430,553 \text{ cm}^3 \\ Z_{\min} \text{ refuerzo sobre Cub.ppal} &= 667,286 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$F_u=1$ . Factor para perfiles asimétricos, perfiles de bulbo.

$f_{bdg}=12$ . Factor de momento cortante

$s=750$  mm. Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s=0,312$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$\alpha_s = 1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$\beta_s = 1,1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$C_{s\_max}= 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$L_{bdg} = 2,25$  m. Distancia efectiva de momento flector.

#### 5.3.2 Transversales de cubierta

Con una distribución uniforme se calcula el módulo hasta la cubierta 1 y por encima de cubierta 3, Part 3, Chap.6, Sec.6

$$Z_{n50} = 1000 \frac{|P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$$\begin{aligned} Z_{\min} \text{ refuerzo cubierta 1} &= 620,11 \text{ cm}^3 \\ Z_{\min} \text{ refuerzo cubierta 3} &= 620,11 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$F_u=1$ . Factor para perfiles asimétricos, perfiles de bulbo.

$f_{bdg}=14,2$ . Factor de momento cortante

$s=3$  m. Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s=0,7$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$\alpha_s = 1$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$\beta_s = 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$C_{s\_max} = 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$L_{bdg} = 2,25$  m. Distancia efectiva de momento flector.

$P = 95,375$  KN/m. Carga de diseño

El espesor del alma será 9 mm de acuerdo a Pat 3, Ch. 6, Sec.3

### 5.3.3 Varengas

El espesor mínimo del alma será 9 mm de acuerdo a Pat 3, Ch. 6, Sec.3. El módulo resulta de aplicar la misma fórmula que en el apartado anterior.

$f_{bdg} = 24$ . Factor de momento cortante

$s = 0,75$  m. Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s = 0,7$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$C_{s\_max} = 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$L_{bdg} = 2,25$  m. Distancia efectiva de momento flector.

$P = 42,814$  KN/m<sup>2</sup>. Carga de diseño

**$Z_{min \text{ varenga}} = 73,2 \text{ cm}^3$**

### 5.3.4 Mamparos

#### 5.3.4.1 Mamparos estancos que no limitan con tanques

El espesor incluyendo margen por corrosión será:

$t = 9$  mm

El módulo en la cubierta 2 y 3 será resultante de:

$$Z = \frac{f_u |P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

$f_{bdg}=12$ . Factor de momento cortante

$s=0,75$  m. Distancia entre refuerzos secundarios

$C_s=2,25$ . Coeficiente de tensión cortante admisible

$C_{s\_max}= 0,95$ . Coeficiente definido en tabla para AC-II

$P = 140 \text{ KN/m}^2$ . Carga de diseño

$$Z_{\min \text{ varenga}} = 73,2 \text{ cm}^3$$

#### 5.3.4.1 Mamparos estancos que limitan con tanques

El espesor incluyendo margen por corrosión será:

$$t= 8 \text{ mm}$$

#### 5.3.5 Baos

El espesor para los baos de cubiertas 3 y 6 se calculan como:

$$t_w = \frac{f_{shr} |P| s \ell_{shr}}{d_{shr} C_{teH}}$$

Tabla 16

Cubierta 3	Cubierta 6	Descripción
$f_{shr}=0,5$	$f_{shr}=0,7$	Factor de distribución de fuerza cortante
$C_t=0,9$		Coeficiente de tensión cortante admisible
$R_{eH}=235 \text{ N/mm}^2$		Tensión admisible del acero.
$P=400 \text{ KN/m}^2$		Presión de diseño
$l_{shr}=4,725 \text{ m}$		Distancia efectiva a cortante
$s=675 \text{ mm}$	$s=750 \text{ mm}$	Distancia entre refuerzos secundarios
$\sigma_{hg}=150 \text{ N/mm}^2$		Tensión longitudinal de la viga.

$$t_{\text{cub.3}} = 7,75 \text{ mm}$$

$$t_{\text{cub6}} = 8,03 \text{ mm}$$

El espesor incluyendo margen por corrosión en Pt. 3, Ch6, Sec.3 será:

$$t= 7 \text{ mm}$$

El módulo mínimo será con los siguientes parámetros:

**Tabla 17**

Parámetros	Descripción
$f_{bdg}=10$	Factor de momento cortante
$s=0,75\text{ m}$	Distancia entre refuerzos secundarios
$C_s=1,079$	Coefficiente de tensión cortante admisible
$C_{s\_max}=0,95$	Coefficiente definido en tabla para AC-II
$P=250\text{ N/m}^2$	Carga de dideño

$$Z_{\min \text{ bao}} = 664,96\text{ cm}^3$$

## 6. CÁLCULOS DEL MÓDULO DE LA SECCIÓN

A continuación se comprueba que los Módulos resistentes a flexión de la cuaderna Maestra, superan los mínimos exigidos por la Sociedad de Clasificación en las diferentes condiciones de carga. Para ello es necesario comprobar que las tensiones Normales debidas a flexión longitudinal del buque como viga en cualquier punto de la sección maestra no superan los Valores considerados para cada caso por la Sociedad de Clasificación.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo detallado de la cuaderna maestra, es decir, de los elementos que componen esta.

Distancia al eje neutro (m) 5,45  
Inercia fondo respecto E.N (m4) 87,19  
Inercia cubierta respecto E.N (m4) 173,85  
Modulo en la línea base (m3) 15,983  
Modulo en cubierta (m3) 13,326

Con los anteriores resultados expuestos se puede observar que los requerimientos mínimos se encuentran satisfechos.

El cálculo detallado de los anteriores datos puede encontrarse en el **Anexo**

## 7. RESULTADOS CORRESPONDIENTES A CONDICIONES DE CARGA

En el *cuaderno 5* se determinaron cuatro condiciones de carga diferentes, estas producen diferentes valores tanto de esfuerzos cortantes como de momentos flectores. Se trata de comprobar que el valor máximo, en cada condición de carga, de los anteriores serán valores validos según lo exigido por la Sociedad de Clasificación elegida para el diseño del buque.

A partir de cada condición de carga, existirán determinados valores que se darán a lo largo de la eslora del buque, estos valores permitirán crear una envolvente de solicitaciones, y a partir de este se podrán comparar las funciones correspondientes para conocer la validez de la estructura. Es decir, se pretende comparar el valor de la función dada por la Sociedad de Clasificación y el que se está estudiando según las necesidades de la estructura.

Por tanto, a partir de los siguientes valores se ha de realizar ciertas comprobaciones para asegurar que la estructura que se ha diseñado será capaz de resistir los esfuerzos a los que se enfrentará.

Todos los datos que se presentan para las diferentes condiciones de carga se adjuntan en el **Anexo III**.

Se observa que en la condición 1 y 3 se producen momentos negativos, buque en arrufo de la mitad de popa, el resto de las condiciones propician que el buque se encuentre en quebranto con momento flector positivo.

Las discontinuidades en los esfuerzos cortantes son producidas por variaciones de pesos a lo largo de la eslora, generan tensiones tangenciales y normales pero en ningún caso superan las tensiones admisibles.

### 7.1. Condición 1: Salida de puerto a plena carga

Fig.7

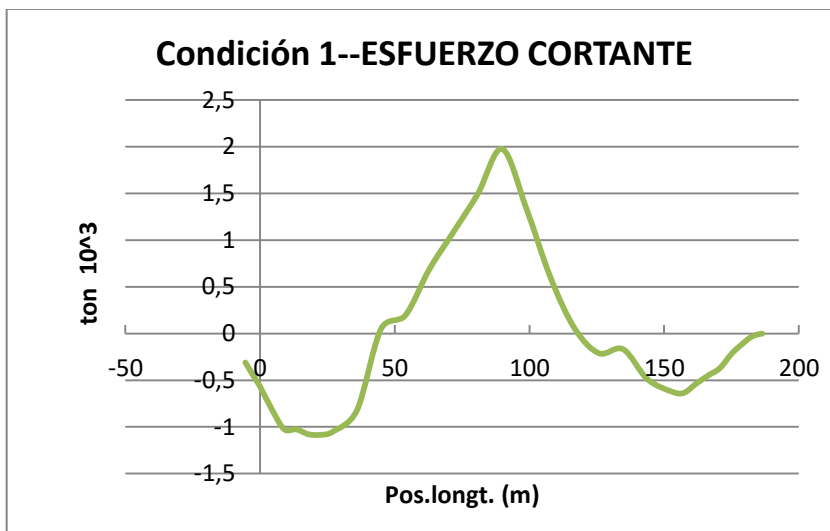
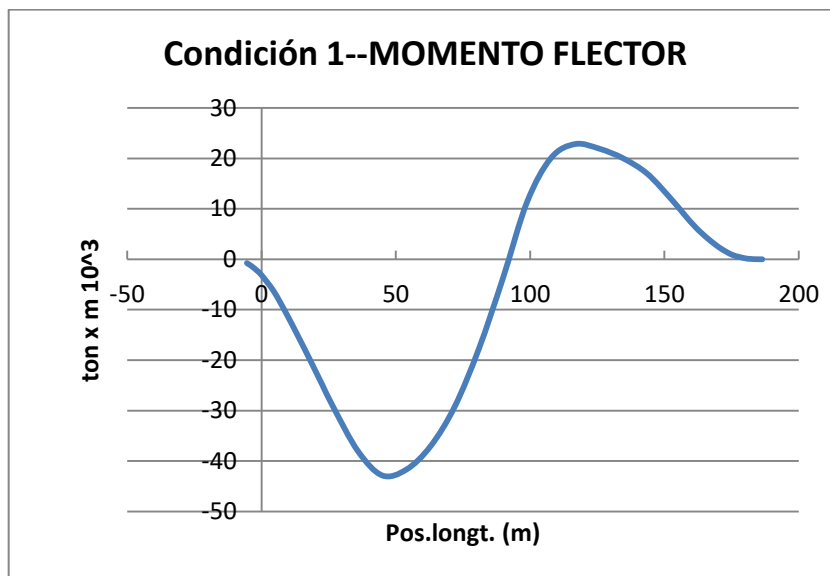


Tabla 18 Resultados C. Carga 1

	Pos.Long (m)	
Momento flector máximo (t·m)·10 <sup>3</sup>	-42,858	44,925
Esfuerzo cortante máximo (t) ·10 <sup>3</sup>	1,977	89,85



## 7.2. Condición 2: Llegada a puerto 10% consumos

Fig.8

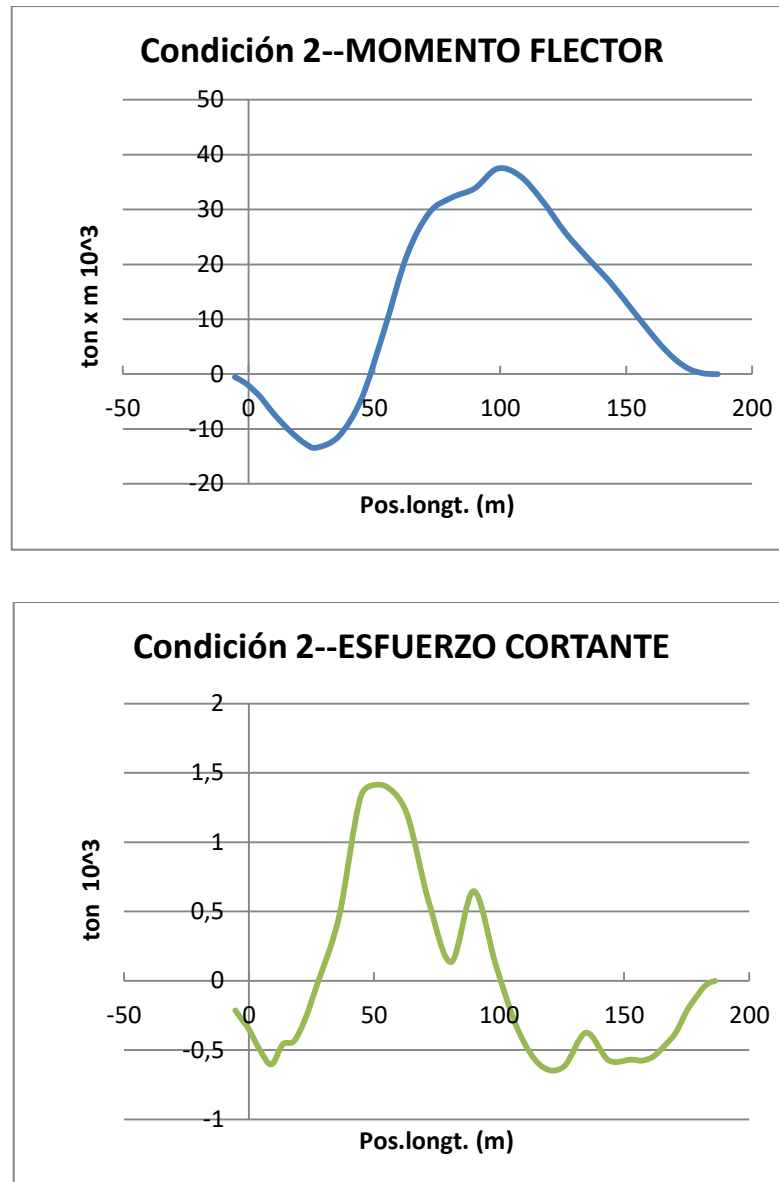


Tabla 19 Resultados C.Carga 2

	Pos.Long (m)	
Momento flector máximo $(\text{t} \cdot \text{m}) \cdot 10^3$	37,46	98,835
Esfuerzo cortante máximo $(\text{t}) \cdot 10^3$	1,409	53,91

### 7.3 Condición 3: Salida en lastre con 100% de provisiones, sin carga

Fig.9

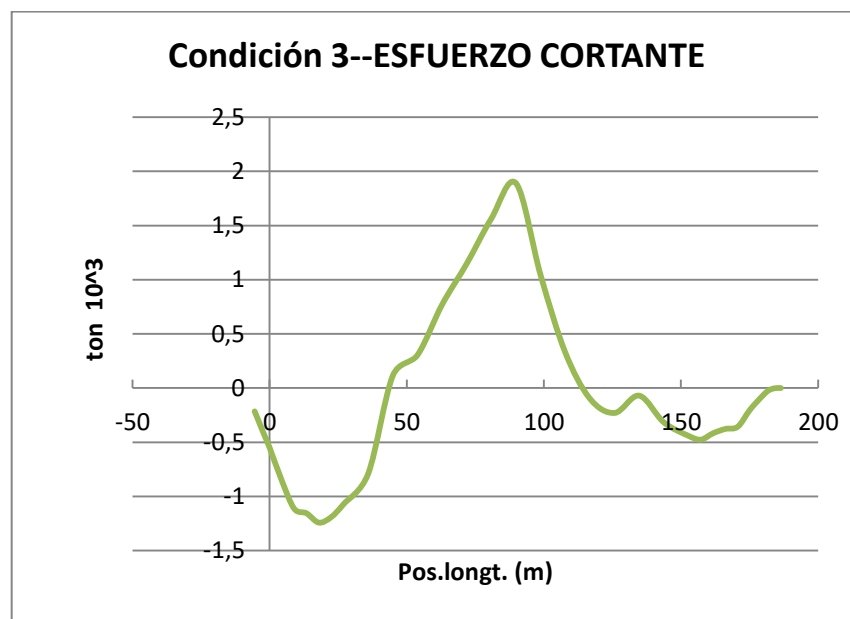
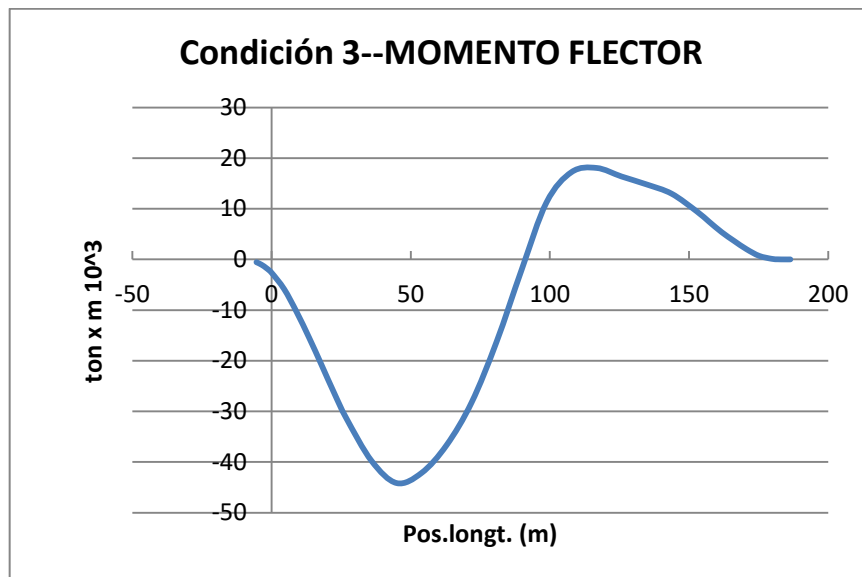


Tabla 20 Resultados C.Carga 3

	Pos.Long (m)	
Momento flector máximo (t·m)·10 <sup>3</sup>	-44,149	44,925
Esfuerzo cortante máximo (t)·10 <sup>3</sup>	1,89	89,85

#### 7.4. Condición 4: Llegada en lastre con 10% provisiones y sin carga

Fig.10

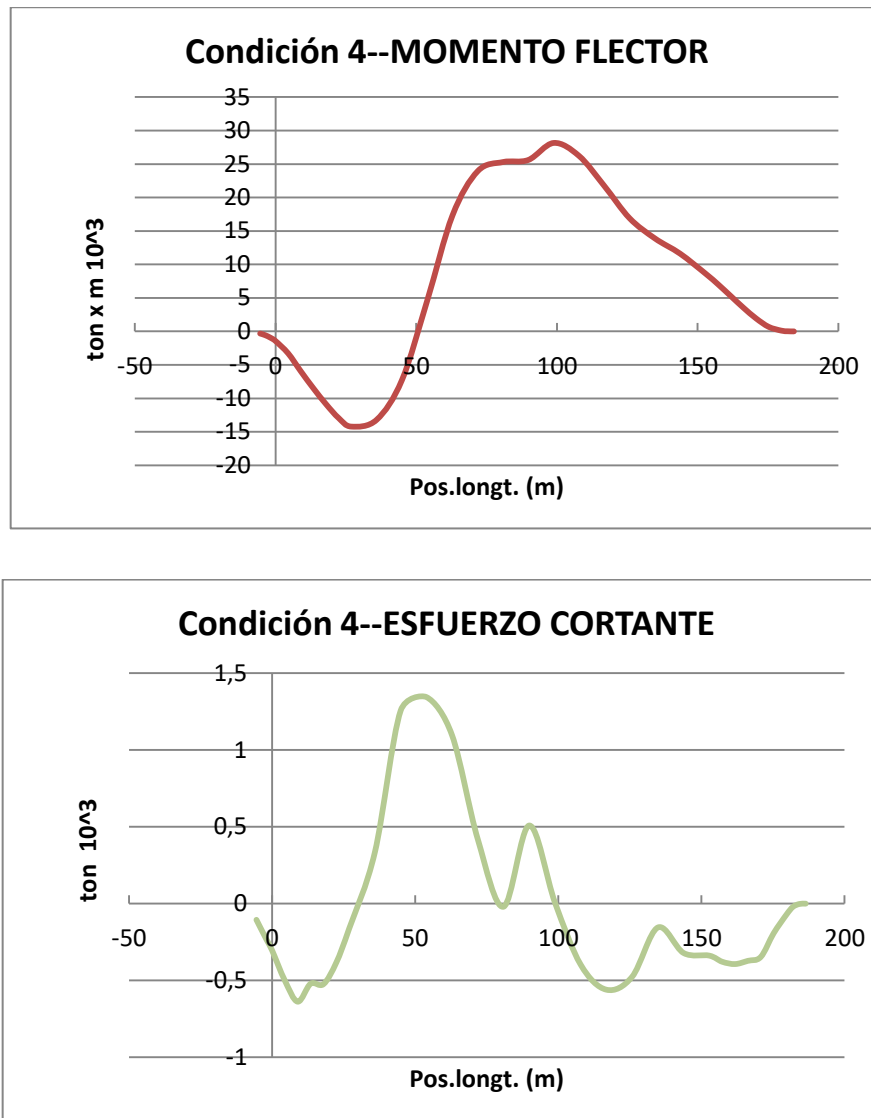


Tabla 20 Resultados C.Carga 4

	Pos.Long (m)	
Momento flector máximo (t·m)·10 <sup>3</sup>	28,148	98,835
Esfuerzo cortante máximo (t)·10 <sup>3</sup>	1,345	53,91

A partir de las anteriores curvas se podrá crear una envolvente de esfuerzos cortantes y otra de momentos flectores, teniendo de este modo;

Fig.10 MM.FF

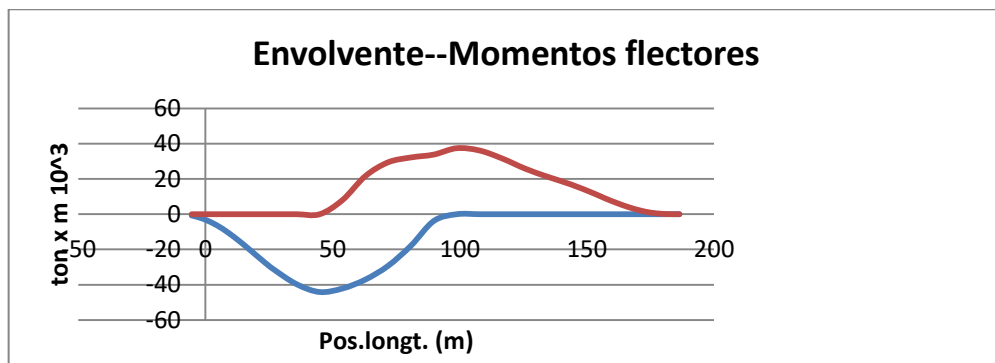
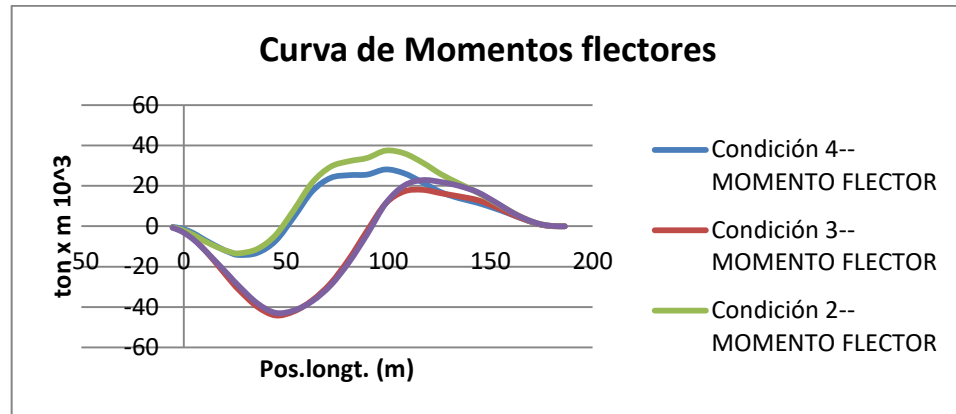
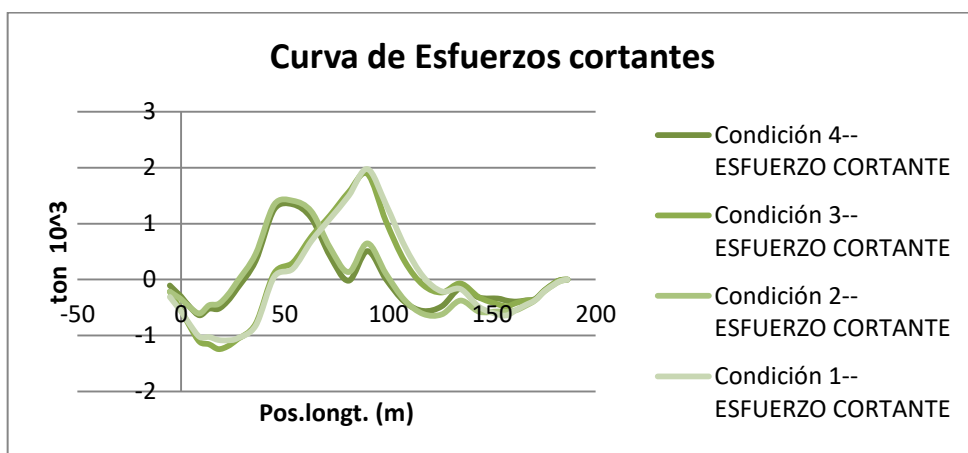
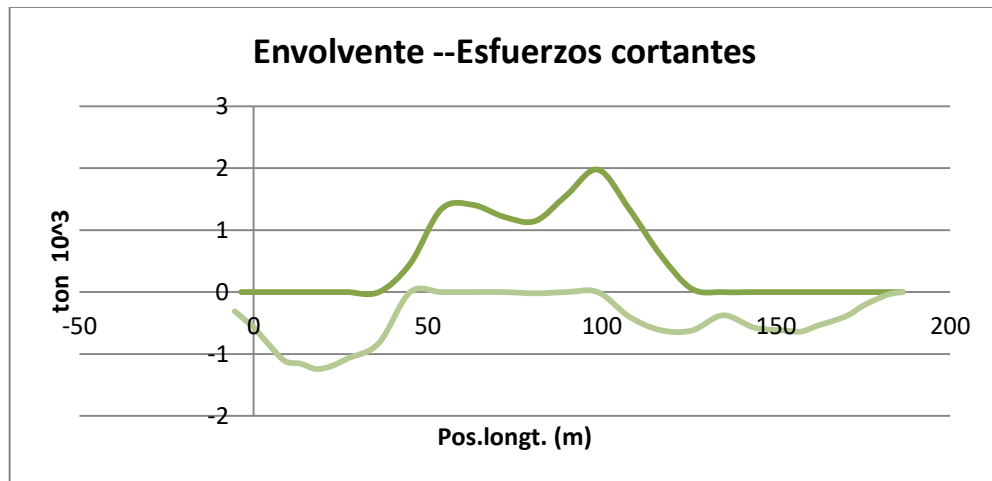


Fig.11 EE.CC





## 8. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se pretende validar la estructura diseñada tal y como se explicó en el apartado anterior.

### 8.1. Momentos flectores

Según lo establecido por el reglamento, se ha de cumplir la condición siguiente;

$$|M_s| \leq |\bar{M}_s|$$

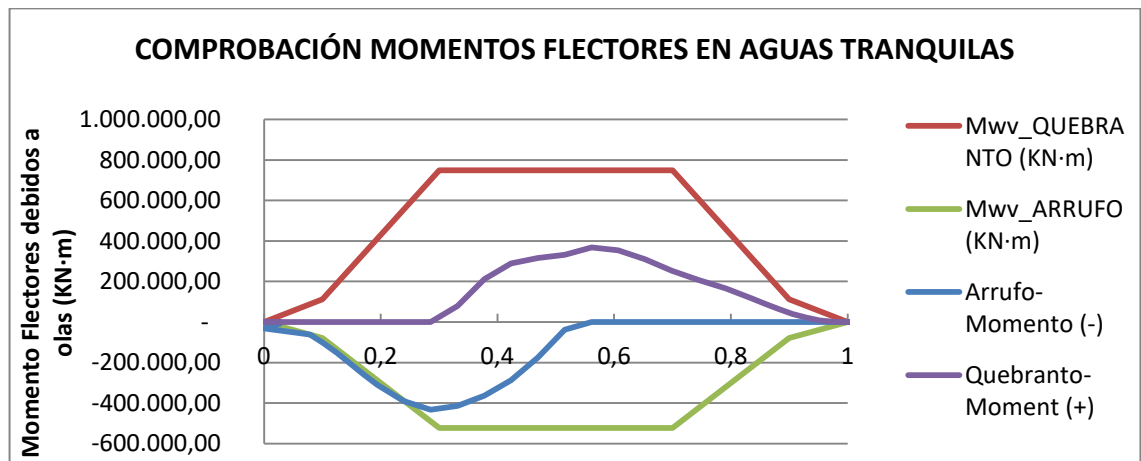
Donde se tenía que, según lo calculado en el apartado 4.2, los valores mínimos permisibles de la función que compone los diferentes valores de momentos flectores corresponden con:

**Tabla 21**

	VALOR
Mw mínimo (KN-m) sagging/arrufo	-521.952,14 53224,3 t·m
Mw mínimo (KN-m) haggging/quebranto	748.874,96 76363,98 t·m

Se comprueba que los momentos de quebranto y arrufo son inferiores a los limitados por las Sociedad Clasificadora, salvo en la eslora inferior al 28% L, aproximadamente a la mitad de la eslora de CC.MM, ligeramente los momentos en arrufo superan el mínimo. Esto implica que habría que reforzar la estructura en este tramo. La diferencia con los valores limitados supone una reserva de resistencia estructural.

Fig.12 Comprobación MM.FF



## 8.2. Esfuerzos cortantes

En el caso de los esfuerzos cortantes, según el reglamento, se ha de validar la siguiente condición;

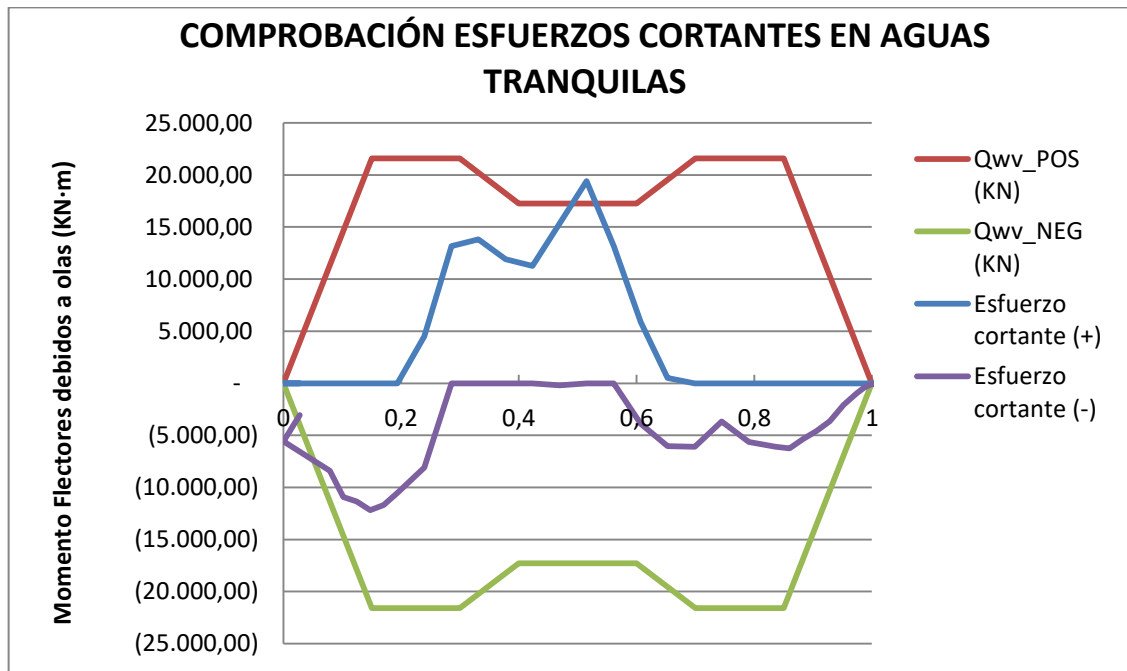
$$|Q_s| \leq |\bar{Q}_s|$$

Tabla 22

PARÁMETRO	VALOR	
Qw mínimo (KN) sagging/arrufo	-21585,39	- 2201,1 t
Qw mínimo (KN) hogging/quebranto	-21585,39	- 2201,1 t

Alrededor de la posición del mamparo de pique de popa y alrededor de los tanques antiescora se produce mayores variaciones tangenciales.

Fig.13 Comprobación de EE.CC



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- DNV-GL. (2016). *Rules for classification: Ships.Part 3, Chapter 3 "Structural Design Principles"*.
- DNV-GL. (July 2016). *Rules for classification.Part 3, Chapter 6 "General principles"*.
- DNV-GL. (July 2016). *Rules for classification: Ships.Part 3, Chapter 6 "Hull local scantling"*.



---

# ANEXOS

---

---

# ANEXO I:

## Cálculos de Cuaderna Maestra

---

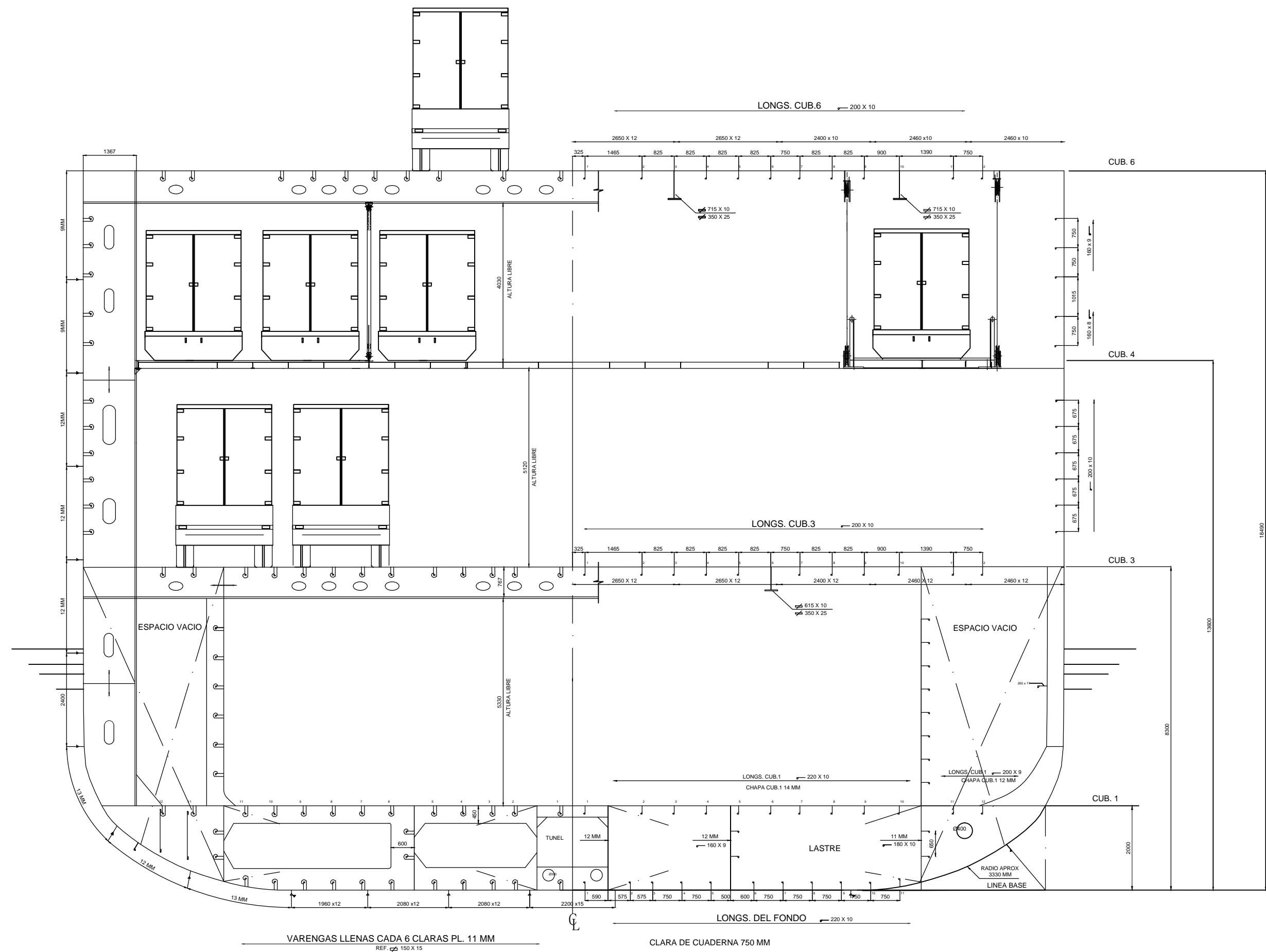
Elemento	Cantidad	Tipo	Escantillón (cm)		Area (cm^2)	Area total (cm^2)	yg(m)	y_cub	d cubierta	A*d^2 (cm) cubierta	Distancia		A*y (cm^2*m)	y-yg=d (cm)	A*d^2 (cm)	Inercia propia (lg) cm^4)	Inercia respecto a L.B (cm^4)	Inercia respecto a cub (cm^4)
			base (x)	altura (y)							c.g a L.B (cm)	A*y						
Quilla horizontal	1	Plancha	220	1,5	330	330	0,0075	1849	-545	97920704	0,75	247,5	2,475	544,73	97.920.704,35	61,88	97.920.766,22	195.841.470,57
Vagras-Lateral	2	Plancha	1,8	200	360	720	1	1750	-445	142884946	100	72.000	720	445,48	142.884.945,70	2.400.000,00	145.284.945,70	288.169.891,39
Vagras-Lateral	4	Plancha	1,5	200	300	1200	1	1750	-445	238141576	100	120.000	1200	445,48	238.141.576,16	4.000.000,00	242.141.576,16	480.283.152,32
Traca de apuradura	2	Plancha	208	1,2	249,6	499,2	0,006	1849	-545	148208910	1	300	2,9952	544,88	148.208.909,84	59,90	148.208.969,75	296.417.879,59
Traca de fondo	2	Plancha	196	1,2	235,2	470,4	0,006	1849	-545	139658396	1	282	2,8224	544,88	139.658.395,81	56,45	139.658.452,26	279.316.848,08
Traca de fondo	2	Plancha	208	1,2	249,6	499,2	0,006	1849	-545	148208910	1	300	2,9952	544,88	148.208.909,84	59,90	148.208.969,75	296.417.879,59
Traca pantoque	2	Plancha	265	1,3	344,5	689	0,0065	1849	-545	204521632	1	448	4,4785	544,83	204.521.632,02	97,03	204.521.729,05	409.043.361,07
Traca pantoque	1	Plancha	222,5	1,2	267	267	0,006	1849	-545	79270390	1	160	1,602	544,88	79.270.390,48	32,04	79.270.422,52	158.540.813,00
Traca costado	2	Plancha	280	0,9	252	504	0,0045	1850	-545	149716393	0	227	2,268	545,03	149.716.392,52	34,02	149.716.426,54	299.432.819,06
Traca costado	6	Plancha	240	1,2	288	1728	0,006	1849	-545	513030842	1	1.037	10,368	544,88	513.030.841,77	207,36	513.031.049,13	1.026.061.890,89
Traca costado	2	Plancha	240	0,9	216	432	0,0045	1850	-545	128328336	0	194	1,944	545,03	128.328.336,45	29,16	128.328.365,61	256.656.702,05
Traca de doble fondo	4	Plancha	240	1,4	336	1344	2,007	1649	-345	159764484	201	269.741	2697,408	344,78	159.764.484,03	219,52	159.764.703,55	319.529.187,57
Traca de doble fondo	4	Plancha	220	1,4	308	1232	2,007	1649	-345	146450777	201	247.262	2472,624	344,78	146.450.777,02	201,23	146.450.978,25	292.901.755,27
Traca de doble fondo	2	Plancha	199	1,2	238,8	477,6	2,006	1649	-345	56806389	201	95.807	958,0656	344,88	56.806.388,62	57,31	56.806.445,93	113.612.834,54
Cubierta principal	4	Plancha	265	1,2	318	1272	8,306	1019	285	103406132	831	1.056.523	10565,232	-285,12	103.406.132,43	152,64	103.406.285,07	206.812.417,51
Cubierta principal	2	Plancha	240	1,2	288	576	8,306	1019	285	46825418	831	478.426	4784,256	-285,12	46.825.418,46	69,12	46.825.487,58	93.650.906,04
Cubierta principal	4	Plancha	246	1,2	295,2	1180,8	8,306	1019	285	95992108	831	980.772	9807,7248	-285,12	95.992.107,85	141,70	95.992.249,54	191.984.357,39
Mro. Wind tank	2	Plancha	1,2	613	735,6	1471,2	5,065	1344	-39	2235257	507	745.163	7451,628	38,98	2.235.256,93	46.069.279,40	48.304.536,33	50.539.793,27
Cubierta superior	4	Plancha	265	1	265	1060	18,505	-1	1305	1805265301	1851	1.961.530	19615,3	1305,02	1.805.265.300,78	88,33	1.805.265.389,11	3.610.530.689,89
Cubierta superior	2	Plancha	240	1	240	480	18,505	-1	1305	817478627	1851	888.240	8882,4	1305,02	817.478.626,77	40,00	817.478.666,77	1.634.957.293,53
Cubierta superior	4	Plancha	246	1	246	984	18,505	-1	1305	1675831185	1851	1.820.892	18208,92	1305,02	1.675.831.184,87	82,00	1.675.831.266,87	3.351.662.451,74

Longitudinales de fondo	22	HP 220x10	29	638	0,1335	1837	-532	180656720	13	8.517	85,173	532,13	180.656.719,73	30.712,00	180.687.431,73	361.344.151,46
Longitudinales de doble fondo	20	HP 220x10	29	580	0,1335	1837	-532	164233382	13	7.743	77,43	532,13	164.233.381,57	27.920,00	164.261.301,57	328.494.683,15
Longitudinales de doble fondo	4	HP 200x9	23,66	94,64	1,8788	1662	-358	12102266	188	17.781	177,809632	357,60	12.102.266,35	3.768,00	12.106.034,35	24.208.300,71
Longitudinal Cbta.Ppal	24	HP 220x10	29	696	8,1665	1033	271	51179559	817	568.388	5683,884	-271,17	51.179.558,76	33.504,00	51.213.062,76	102.392.621,52
Longitudinal Cbta.Superior	20	HP 200x10	25,66	513,2	18,3804	12	1293	857410730	1838	943.282	9432,82128	-1292,56	857.410.729,84	20.340,00	857.431.069,84	1.714.841.799,68
Eslora C.Principal	3	615x10/350x25	149	447	8,06	1044	261	30410232	806	360.420	3604,19625	-260,83	30.410.232,49	608,38	30.410.840,87	60.821.073,36
Eslora C.Superior	5	715x10/350x26	166	830	8,05	1045	259	55820203	805	667.993	6679,931922	-259,33	55.820.203,00	1.021,46	55.821.224,46	111.641.427,47
Long Vagras	2	HP 160X10	22,46	44,92	0,087	1841	-537	12942864	9	391	3,90804	536,78	12.942.863,50	50,38	12.942.913,88	25.885.777,38
Long Vagras	2	HP 160X10	22,46	44,92	0,152	1835	-530	12631304	15	683	6,82784	530,28	12.631.304,05	50,38	12.631.354,43	25.262.658,49
Long Vagras	2	HP 180X10	22,46	44,92	0,087	1841	-537	12942864	9	391	3,90804	536,78	12.942.863,50	50,38	12.942.913,88	25.885.777,38
Long Vagras	2	HP 180X10	22,46	44,92	0,152	1835	-530	12631304	15	683	6,82784	530,28	12.631.304,05	50,38	12.631.354,43	25.262.658,49
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP 160x9	17,8	35,6	6,9735	1153	152	821110	697	24.826	248,2566	-151,87	821.109,65	898,00	822.007,65	1.643.117,29
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP160x9	17,8	35,6	6,3735	1213	92	300476	637	22.690	226,8966	-91,87	300.475,65	898,00	301.373,65	601.849,30
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP160x9	17,8	35,6	5,7735	1273	32	36162	577	20.554	205,5366	-31,87	36.161,65	898,00	37.059,65	73.221,31
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP160x9	17,8	35,6	5,1735	1333	-28	28168	517	18.418	184,1766	28,13	28.167,66	898,00	29.065,66	57.233,32
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP160x9	17,8	35,6	4,5735	1393	-88	276494	457	16.282	162,8166	88,13	276.493,66	898,00	277.391,66	553.885,33
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP160x9	17,8	35,6	3,9735	1453	-148	781140	397	14.146	141,4566	148,13	781.139,67	898,00	782.037,67	1.563.177,34
Palmejar Mro. Wind Tank	2	HP160x9	17,8	35,6	3,3735	1513	-208	1542106	337	12.010	120,0966	208,13	1.542.105,67	898,00	1.543.003,67	3.085.109,34
Palmejar	2	HP 260x11	38,71	77,42	6,0845	1242	63	307000	608	47.106	471,06199	-62,97	306.999,63	5.210,00	312.209,63	619.209,25
Long.forro	2	HP 200x10	25,66	51,32	12,9475	555	749	28811428	1295	66.447	664,4657	-749,27	28.811.428,36	1.017,00	28.812.445,36	57.623.873,72
Long.forro	2	HP 200x10	25,66	51,32	12,2475	625	679	23679532	1225		628,5417	-679,27				

										62.854			23.679.532,26	1.017,00	23.680.549,26	47.360.081,51
Long.forro	2	HP 200x10	25,66	51,32	11,5475	695	609	19050572	1155	59.262	592,6177	-609,27	19.050.572,15	1.017,00	19.051.589,15	38.102.161,31
Long.forro	2	HP 200x10	25,66	51,32	10,8475	765	539	14924548	1085	55.669	556,6937	-539,27	14.924.548,05	1.017,00	14.925.565,05	29.850.113,10
Long.forro	2	HP 200x10	25,66	51,32	10,1475	835	469	11301460	1015	52.077	520,7697	-469,27	11.301.459,95	1.017,00	11.302.476,95	22.603.936,89
Long.forro	2	HP 200x10	25,66	51,32	9,4475	905	399	8181308	945	48.485	484,8457	-399,27	8.181.307,84	1.017,00	8.182.324,84	16.363.632,69
Long.forro	2	HP 160x8	18,86	37,72	17,185	132	1173	51901923	1719	64.822	648,2182	-1173,02	51.901.922,65	411,00	51.902.333,65	103.804.256,31
Long.forro	2	HP 160x8	36,11	72,22	16,58	192	1113	89386950	1658	119.741	1197,4076	-1112,52	89.386.949,64	411,00	89.387.360,64	178.774.310,29
Long.forro	2	HP 160x8	16,2	32,4	15,975	253	1052	35858658	1598	51.759	517,59	-1052,02	35.858.658,47	411,00	35.859.069,47	71.717.727,93
Long.forro	2	HP 160x9	17,8	35,6	14,8605	364	941	31494404	1486	52.903	529,0338	-940,57	31.494.404,48	449,00	31.494.853,48	62.989.257,96
Long.forro	2	HP 160x9	17,8	35,6	14,2105	429	876	27291851	1421	50.589	505,8938	-875,57	27.291.850,72	449,00	27.292.299,72	54.584.150,44
Quilla de balance	2	HP 260x11	38,71	77,42	1,085	1742	-437	14783382	109	8.400	84,0007	436,98	14.783.381,89	2.605,00	14.785.986,89	29.569.368,77
			7384,21	22.356			4.190			12.194.734			8666226201	52612276,34	8718838477	17385064678

# ANEXO II:

## Cuaderna Maestra



SECCIÓN MIRANDO A POPA  
APROXIMADAMENTE CUAD. 157

CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL	LOA	194.632	M
ESLORA EN LA FLOTACION	LWL	189.764	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP	179.700	M
MANGA DE TRAZADO	B	25.200	M
PUNTA DE TRAZADO	D	8.3	M
COEFICIENTE DE BLOQUE	CB	0.649	-
COEFICIENTE DE SECCION MAXIMA	CM	0.982	-
CALADO DE PROYECTO	T	6.200	M

# ANEXO III:

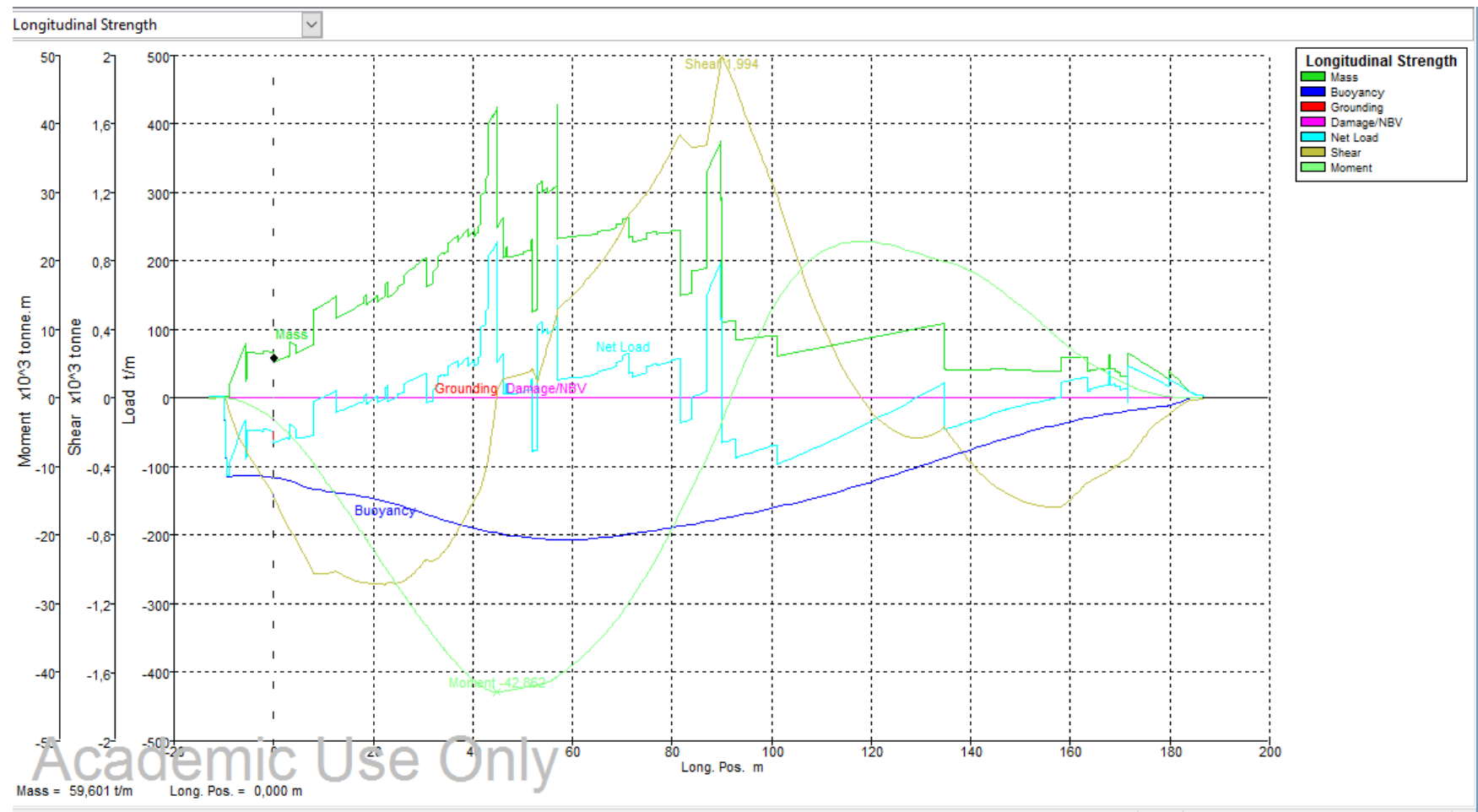
## Cálculos de condición de carga

---



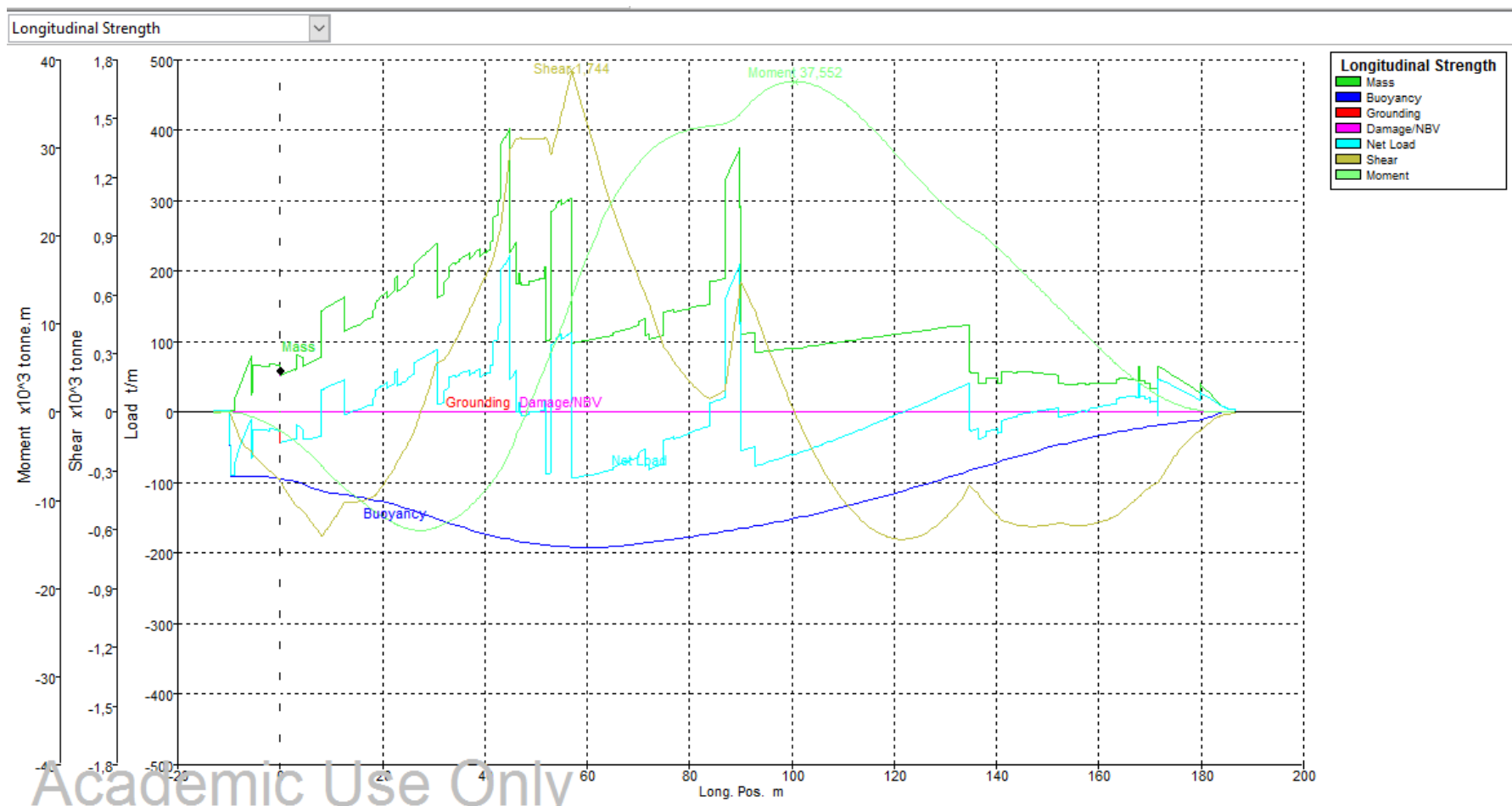
## 1. Condición de carga 1

	Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear x10 <sup>3</sup> tonne	Moment x10 <sup>3</sup> tonne.m
1	st -1	-5,450	29,763	-113,512	0,000	0,000	-83,748	-0,310	-0,751
2	st -0,3	-3,633	66,031	-113,508	0,000	0,000	-47,477	-0,396	-1,397
3	st -0,6	-1,816	68,621	-113,997	0,000	0,000	-45,376	-0,483	-2,194
4	st 0	0,000	59,601	-116,278	0,000	0,000	-56,677	-0,568	-3,145
5	st 0,5	4,492	78,549	-123,695	0,000	0,000	-45,146	-0,818	-6,304
6	st 1	8,985	132,485	-133,941	0,000	0,000	-1,456	-1,026	-10,537
7	st 1,5	13,477	120,118	-138,326	0,000	0,000	-18,208	-1,026	-15,122
8	st 2	17,970	138,224	-143,467	0,000	0,000	-5,243	-1,079	-19,872
9	st 2,5	22,462	165,942	-150,647	0,000	0,000	15,294	-1,085	-24,732
10	st 3	26,955	184,153	-160,593	0,000	0,000	23,560	-1,052	-29,560
11	st 4	35,940	231,469	-181,378	0,000	0,000	50,091	-0,824	-38,080
12	st 5	44,925	337,122	-197,045	0,000	0,000	140,077	0,050	-42,858
13	st 6	53,910	300,530	-205,291	0,000	0,000	95,239	0,193	-41,692
14	st 7	62,895	237,851	-205,731	0,000	0,000	32,120	0,691	-37,077
15	st 8	71,880	235,403	-197,894	0,000	0,000	37,509	1,091	-29,247
16	st 9	80,865	244,881	-187,791	0,000	0,000	57,090	1,497	-17,804
17	st 10	89,850	374,696	-175,640	0,000	0,000	199,056	1,977	-3,786
18	st 11	98,835	90,609	-162,801	0,000	0,000	-72,192	1,342	11,346
19	st 12	107,820	71,156	-147,052	0,000	0,000	-75,896	0,601	20,118
20	st 13	116,805	83,601	-129,239	0,000	0,000	-45,638	0,053	22,850
21	st 14	125,790	96,045	-108,962	0,000	0,000	-12,917	-0,211	21,919
22	st 15	134,775	109,438	-87,389	0,000	0,000	22,049	-0,168	19,978
23	st 16	143,760	40,778	-66,356	0,000	0,000	-25,579	-0,488	16,895
24	st 17	152,745	40,303	-47,112	0,000	0,000	-6,809	-0,621	11,798
25	st 17,5	157,237	39,350	-38,912	0,000	0,000	0,437	-0,637	8,961
26	st 18	161,730	60,288	-31,503	0,000	0,000	28,785	-0,541	6,270
27	st 18,5	166,222	42,163	-25,042	0,000	0,000	17,121	-0,452	4,068
28	st 19	170,715	32,363	-19,461	0,000	0,000	12,902	-0,370	2,230
29	st 19,5	175,207	49,129	-14,785	0,000	0,000	34,344	-0,212	0,894
30	st 20	179,700	28,357	-10,900	0,000	0,000	17,457	-0,095	0,229
31	st 20,33	181,946	24,562	-6,174	0,000	0,000	18,387	-0,044	0,078
32	st 20,66	184,192	8,981	-0,428	0,000	0,000	8,554	-0,014	0,015
33	st 21	186,438	4,783	0,000	0,000	0,000	4,783	-0,001	0,001



## 2. Condición de carga 2

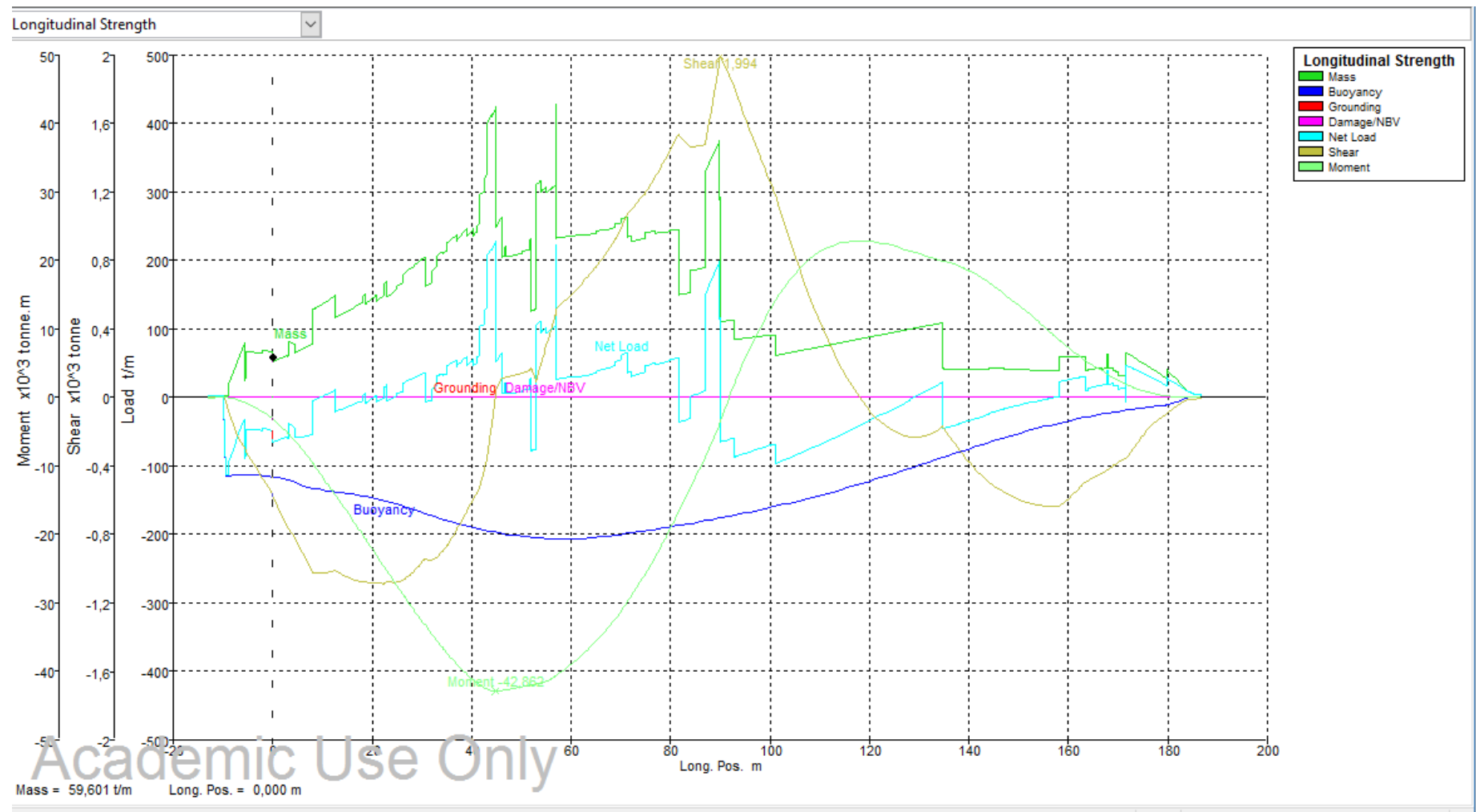
	Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear x10 <sup>3</sup> tonne	Moment x10 <sup>3</sup> tonne.m
1	st -1	-5,450	29,763	-90,964	0,000	0,000	-61,200	-0,214	-0,546
2	st -0,3	-3,633	66,031	-91,184	0,000	0,000	-25,154	-0,260	-0,979
3	st -0,6	-1,816	68,621	-91,944	0,000	0,000	-23,322	-0,305	-1,491
4	st 0	0,000	59,601	-94,409	0,000	0,000	-34,808	-0,351	-2,086
5	st 0,5	4,492	78,549	-102,499	0,000	0,000	-23,950	-0,504	-4,051
6	st 1	8,985	148,063	-113,208	0,000	0,000	34,855	-0,604	-6,655
7	st 1,5	13,477	117,487	-118,142	0,000	0,000	-0,654	-0,459	-8,987
8	st 2	17,970	134,505	-123,847	0,000	0,000	10,658	-0,436	-11,016
9	st 2,5	22,462	189,007	-131,597	0,000	0,000	57,409	-0,276	-12,651
10	st 3	26,955	215,494	-142,093	0,000	0,000	73,401	-0,042	-13,406
11	st 4	35,940	221,103	-163,965	0,000	0,000	57,137	0,458	-11,273
12	st 5	44,925	315,164	-180,722	0,000	0,000	134,443	1,342	-4,392
13	st 6	53,910	295,118	-190,066	0,000	0,000	105,052	1,409	8,069
14	st 7	62,895	106,064	-191,609	0,000	0,000	-85,546	1,215	21,638
15	st 8	71,880	110,781	-184,888	0,000	0,000	-74,107	0,569	29,474
16	st 9	80,865	149,267	-175,904	0,000	0,000	-26,636	0,135	32,213
17	st 10	89,850	374,899	-164,916	0,000	0,000	209,983	0,647	33,853
18	st 11	98,835	90,609	-153,154	0,000	0,000	-62,545	0,104	37,460
19	st 12	107,820	98,210	-138,529	0,000	0,000	-40,319	-0,366	36,131
20	st 13	116,805	107,443	-121,856	0,000	0,000	-14,414	-0,614	31,553
21	st 14	125,790	115,583	-102,894	0,000	0,000	12,689	-0,621	25,823
22	st 15	134,775	124,444	-82,831	0,000	0,000	41,612	-0,375	21,149
23	st 16	143,760	56,714	-63,275	0,000	0,000	-6,561	-0,574	16,699
24	st 17	152,745	40,237	-45,423	0,000	0,000	-5,187	-0,569	11,516
25	st 17,5	157,237	40,827	-37,751	0,000	0,000	3,076	-0,576	8,931
26	st 18	161,730	40,949	-30,773	0,000	0,000	10,177	-0,546	6,397
27	st 18,5	166,222	47,342	-24,636	0,000	0,000	22,706	-0,467	4,096
28	st 19	170,715	34,257	-19,290	0,000	0,000	14,967	-0,372	2,226
29	st 19,5	175,207	49,129	-14,761	0,000	0,000	34,368	-0,212	0,891
30	st 20	179,700	28,357	-10,961	0,000	0,000	17,396	-0,095	0,228
31	st 20,33	181,946	24,562	-6,249	0,000	0,000	18,313	-0,044	0,077
32	st 20,66	184,192	8,981	-0,441	0,000	0,000	8,540	-0,014	0,015
33	st 21	186,438	4,783	0,000	0,000	0,000	4,783	-0,001	0,001





### Anexo III: Cálculos de condición de carga

Noelia López Puentenueva





#### 4. Condición de carga 4

[illegible]







UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno n°9:**

**FRANCOBORDO Y ARQUEO**

**ALUMNA**

Noelia López Puente nueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018



# Cdno.9 Francobordo y Arqueo

---

## RESUMEN

Este cuaderno justifica la validez del francobordo de acuerdo al Convenio de Líneas de Carga del 1966 con sus enmiendas y el Arqueo según "Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques" (Convenio de 1969) partiendo de los volúmenes calculados bajo y sobre cubierta de arqueo.

Este caderno xustifica a validez do francobordo de acordo coa Convención de Liñas de Carga de 1966 coas súas súas modificacións e Arqueo segundo a " Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques " (1969), baseada nos volumes calculados baixo e sobre a plataforma de tonelaxe.

This booklet justifies the validity of the freeboard according to the 1966 Cargo Lines Convention with its ammendants and the Tonnage according to the "International Convention on Tonnage of Ships" (1969), based on the volumes calculated under and on the tonnage deck.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## NDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Características reglamentarias</b>	<b>1</b>
2.1 Tipo de buque	2
2.2 Cubierta de francobordo	2
2.3 Eslora de francobordo (L)	2
2.4 Manga (B)	2
2.5 Puntal de francobordo (D)	2
2.6 Coeficiente de bloque ( $C_b$ )	3
2.7 Superestructuras del buque	3
<b>3. Cálculo de francobordo</b>	<b>3</b>
3.1 Francobordo tabular	3
3.2 Correcciones al francobordo tabular	4
3.2.1 Regla 29. Correcciones al francobordo de eslora inferior a 100 m.	4
3.2.2 Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque	4
3.2.3 Regla 31. Corrección por puntal	4
3.2.4 Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta	5
3.2.5 Regla 33. Altura normal de superestructura	5
3.2.6 Regla 34. Longitud de superestructuras	5
3.2.7 Regla 35. Longitud efectiva de superestructuras	5
3.2.8 Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos	5
3.2.9 Regla 38. Arrufo	5
3.2.10 Regla 39. Altura mínima en proa y flotabilidad de reserva	8
3.3 Regla 40. Francobordos mínimos	9
3.3.1 Francobordo de verano	9
3.3.2 Francobordo tropical	9
3.3.3 Francobordo de invierno	9
3.3.4 Francobordo de invierno en el Atlántico Norte	10
3.3.5 Francobordo de agua dulce	10
3.4 Resumen valores de francobordo	11
<b>4. Arqueo</b>	<b>11</b>
4.1. Regla 2: Definiciones de los términos usados	12
4.1.1. Cubierta superior	12
4.1.2. Puntal de trazado	12
4.1.3. Manga	12
4.1.4. Calado de trazado	12
4.1.5. Espacios cerrados	12
4.1.6. Espacios de carga	12
4.2. Arqueo Bruto (GT)	13
<b>5. Bibliografía</b>	<b>15</b>





## 1. Introducción

En este cuaderno se aplica las disposiciones del Convenio Internacional sobre Líneas de Cargas del 1966 con las enmiendas de la Resolución MSC 143(77). Se determina el francobordo y demás líneas de carga necesarias para la expedición del Certificado Internacional de Francobordo.

El francobordo se conoce como la distancia medida verticalmente hacia abajo en el centro del buque desde el canto alto de la cubierta hasta el canto alto de la línea de carga.

Las dimensiones del buque proyecto son las siguientes:

**Tabla 1: Dimensiones finales**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Puntal a la cubierta principal (D)	8,3 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
Velocidad	25 nudos

Se calcula las marca de francobordo y las líneas de carga siguiendo “El Convenio Internacional de líneas de carga” y las formulaciones propuestas partiendo de las dimensiones obtenidas previamente.

También se calculará el arqueo bruto y neto conforme al **Convenio Internacional sobre Arqueo de buque del año 1969**, que determina características técnicas del buque y también es utilización para aplicación de tasas portuarias y de canales.

## 2. Características reglamentarias

Se determinan las características reglamentarias de acuerdo a la Regla 3 donde se definen los términos usados aplicados al perfil del buque incluido en el Anexo.

## 2.1 Tipo de buque

El buque de proyecto es de tipo B porque no transporta ni carga líquidas ni a granel y además tiene menor integridad estructural en cubierta conforme a la Regla 27. La tapa de escotilla no se encuentra en la cubierta de francobordo expuesta en este buque por lo que no se aplica aumento de francobordo.

## 2.2 Cubierta de francobordo

La cubierta de francobordo se sitúa a 8300 mm sobre la línea base, correspondiente con la cubierta principal. Se toma esta cubierta como “cubierta inferior a la cubierta de francobordo” porque esta es una cubierta completa y permanente continua de proa a popa y continua de banda a banda.

Esto supone que la parte que se extiende por encima de la cubierta de francobordo se considera como superestructura respecto al cálculo del francobordo.

## 2.3 Eslora de francobordo (L)

Se toma como eslora (L), la mayor de las dos alternativas, midiendo desde la proyección vertical de la cara más a popa de la roda:

A) el 96% de la eslora total medida en la flotación cuya distancia al canto alto de la quilla sea igual al 85% del puntal mínimo de trazado.  $L = 185,788 \text{ m} \times 0,96 = 178,356 \text{ m}$ .

B) la eslora en la misma flotación hasta la mecha del timón.  $L = 180,337 \text{ m}$

Para el cálculo se toma como eslora

$$L = 180,377 \text{ m}$$

## 2.4 Manga (B)

La manga (B) será la máxima del buque, medida desde el centro del buque hasta la línea de trazado de la cuaderna para forros metálicos como el del proyecto. Para una manga máxima de 25,2 m la manga de francobordo será :

$$B = 25,2 \text{ m}$$

## 2.5 Puntal de francobordo (D)

El puntal de francobordo se toma como el puntal de trazado en el centro del buque más es espesor de la cubierta de francobordo en el costado. Con un espesor de la chapa de trancanil de 15 mm se obtiene:

$$D = 8300 \text{ mm} + 15 \text{ mm} = 8315 \text{ mm}$$

$$D = 8315 \text{ mm}$$

## 2.6 Coeficiente de bloque ( $C_b$ )

Será el obtenido para un calado ( $d_1$ ) al 85% del puntal mínimo de trazado de 7055 mm. Calculando el volumen de carena con los valores hidrostáticos para este valor con Maxsurf se tiene:

$$C_b = \frac{\nabla}{LBd_1} = \frac{21938,125}{180,337 \cdot 25,2 \cdot 7,055} = 0,684$$

**$C_b=0,684$**

## 2.7 Superestructuras del buque

Como se indicó previamente se considera superestructura la parte entre la cubierta de francobordo y la cubierta superior a la altura de 18,3 m que será la cubierta de la superestructura.

La superestructura se extiende de banda a banda del buque.

La altura real de la superestructura (H) será la altura mínima vertical medida en el costado desde el canto alto de los baos de cubierta hasta el canto alto de los baos de cubierta de francobordo siendo :

$$H = 18500 \text{ mm} - 8300 \text{ mm} = 10200 \text{ mm}$$

$$H = 10200 \text{ mm}$$

La longitud de la superestructura (S) será la longitud media de la parte de superestructura situada dentro de la eslora (L). En este caso S será equivalente a la longitud real L referido en la Regla 35, Punto 1.

$$S = 180,377 \text{ m}$$

## 3. Cálculo de francobordo

### 3.1 Francobordo tabular

El francobordo tabular es el francobordo básico obtenido en la tabla 28.2 del reglamento para cada tipo de buque en función de la eslora. Se determina el francobordo mediante la interpolación de los valores señalados.

**Tabla 2: Francoborso tabular tipo B**

Francobordo tabular	
Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)
180	2915
181	2933

Para la eslora L de 180,377 m corresponde 2922 mm

$$Fb_{\text{tabular}} = 2922 \text{ mm}$$

### 3.2 Correcciones al francobordo tabular

#### 3.2.1 Regla 29. Correcciones al francobordo de eslora inferior a 100 m.

No se aplica debido a que la eslora de francobordo es superior a 100 m.

#### 3.2.2 Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque

Cuando el coeficiente de bloque  $C_b$  es superior a 0,68, se aplica un factor multiplicador.

$$C^{on}Cb = \frac{0,684 + 0,68}{1,36} = 1,003$$

La corrección en el francobordo tabular sería  $2922 \text{ mm} \cdot 1,003 = \underline{2930,767 \text{ mm}}$

$$\text{Corrección} = \underline{\underline{2930,767 \text{ mm}}}$$

#### 3.2.3 Regla 31. Corrección por puntal

Cuando D exceda de  $L/15$ , el francobordo se aumentará en  $(D - \frac{L}{15})R$  siendo  $R = 250$  para esloras mayores a 120 m. En el proyecto tenemos:

$$D = 8,315 \text{ m} ; L/15 = 11,515 \text{ m} . \rightarrow D < L/15$$

Siguiendo al apartado 2, Cuando D sea menor que  $L/15$  se hará una reducción en proporción al apartado 1 cuando la superestructura cerrada cubra una longitud de al menos  $0,6 L$  en el centro del buque. En esta condición se aplica y tenemos que:

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) \cdot R = \left(8,315 - \frac{180,337}{15}\right) \cdot 250 = -926,87 \text{ mm}$$

$$C1 = -926,87 \text{ mm}$$

### 3.2.4 Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta

No se aplica porque no hay diferencia del puntal real y la marca de la línea de cubierta.

### 3.2.5 Regla 33. Altura normal de superestructura

Según la tabla para superestructuras con  $L > 125 \text{ m}$ , corresponde a una altura normal  $H_n = 2,3 \text{ m}$ .

**Tabla 3: Altura normal del Convenio Internacional de Lineas de carga**

L (m)	Altura normal (en m)	
	Cubierta de saltillo	Todas las demás superestructuras
30 o menos	0,9	1,8
75	1,2	1,8
125 o más	1,8	2,3

### 3.2.6 Regla 34. Longitud de superestructuras

Se ha de considerar aquella superestructura de longitud media (S) contenida dentro de la eslora. Se toma

$$S = 180,337 \text{ m}$$

### 3.2.7 Regla 35. Longitud efectiva de superestructuras

La longitud efectiva (E) de la superestructura coincidirá con la longitud (S) y como la altura real es superior a la normal no se aplica ningún aumento. La longitud efectiva será:

$$E = 180,337 \text{ m}$$

### 3.2.8 Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos

Para el caso de que E sea igual a L se realiza una reducción de 1070 mm para esloras superiores a 122 m. Para el cálculo final se toma

$$C2 = -1070 \text{ mm}$$

### 3.2.9 Regla 38. Arrufo

Se comprueba si hay alguna corrección a aplicar en caso de exceso o defecto de arrufo real en relación a la curva de arrufo normal. Las coordenadas de arrufo normal se obtienen como sigue en la tabla.

**Tabla 4: Ordenadas de arrufo normal según reglas de líneas de carga**

	Situación	Ordenada (en mm)	Factor
<b>Mitad de popa</b>	Perpendicular de popa	25 (L/3+10)	1
	1/6 L desde la P. de Pp.	11,1(L/3+10)	3
	1/3 L desde la P. de Pp.	2,8 (L/3+10)	3
	Centro del buque	0	1
<b>Mitad de proa</b>	Centro del buque	0	1
	1/3 L desde la P. de Pr.	5,6 (L/3+10)	3
	1/6 L desde la P. de Pr.	22,2(L/3+10)	3
	Perpendicular de proa	50 (L/3+10)	1

**Tabla 5: Ordenadas de arrufo normal del buque proyecto**

	Situación	Ordenada (mm)	Factor	Producto	Total
Mitad de popa (A.N)	<b>Ppp</b>	<b>1752,8</b>	<b>1</b>	<b>1752,8</b>	<b>4676,48</b>
	<b>1/6 L de Ppp</b>	<b>778,247</b>	<b>3</b>	<b>2334,74</b>	
	<b>1/3L de Ppp</b>	<b>196,315</b>	<b>3</b>	<b>588,94</b>	
	<b>Centro</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
Mitad de proa (A.N)	<b>Centro</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9352,968</b>
	<b>1/3 L de Ppp</b>	<b>392,629</b>	<b>3</b>	<b>1177,887</b>	
	<b>1/6L de Ppp</b>	<b>1556,494</b>	<b>3</b>	<b>4669,481</b>	
	<b>Ppr</b>	<b>3505,6</b>	<b>1</b>	<b>3505,6</b>	

Al tratarse de una altura real superior a la normal por lo que se añadirá la diferencia Z en los extremos de las ordenadas de la curva real.

$$Z = 10200 - 2300 = 7900 \text{ mm}$$

Análogamente en las ordenadas intermedias de 1/6L, 1/3L se ha de incrementar 0,444Z y 0,111 Z respectivamente.

**Tabla 6: Ordenadas de arrufo real del buque proyecto**

Situación	Ordenada	Factor	Producto	Total
-----------	----------	--------	----------	-------

(mm)				
Mitad de popa (A.R)	<b>Ppp</b>	<b>7900</b>	<b>1</b>	<b>7700</b>
	<b>1/6 L de Ppp</b>	<b>3507,6</b>	<b>3</b>	<b>10522,8</b>
	<b>1/3L de Ppp</b>	<b>876,9</b>	<b>3</b>	<b>2630,7</b>
	<b>Centro</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>20853,5</b>				
Mitad de proa (A.R)	<b>Centro</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
	<b>1/3 L de Ppp</b>	<b>876,9</b>	<b>3</b>	<b>2564,1</b>
	<b>1/6L de Ppp</b>	<b>3507,6</b>	<b>3</b>	<b>10256,4</b>
	<b>Ppr</b>	<b>7900</b>	<b>1</b>	<b>7700</b>
<b>20853,5</b>				

A.Normal      A.Real

P<sub>pp</sub>      4676,48      20853,5 → EXCESO

P<sub>pr</sub>      9352,968      20853,5 → EXCESO

El exceso de arrufo será:

$$EXCESO \text{ ARRUFO} = \frac{\frac{20853,5 - 4676,48}{8} + \frac{20853,5 - 9352,968}{8}}{2} = 1729,847$$

La corrección por variaciones respecto a la curva normal será:

$$C^{on} = 1729,847 \cdot \left(0,75 - \frac{S}{2 \cdot L}\right)$$

$$C^{on} = 1729,847 \cdot \left(0,75 - \frac{180337}{2 \cdot 180337}\right) = 432,462 \text{ mm}$$

La reducción por exceso de arrufo para buques con una superestructura cerrada que se extienda desde 0,1 L a proa hasta 0,1 L a popa del centro del buque, la corrección calculada previamente ha de restarse del francobordo siendo la máxima reducción por exceso de 125 mm por cada 100 m de eslora lo que supone la reducción

$$C3 = -225,42 \text{ mm}$$

### 3.2.10 Regla 39. Altura mínima en proa y flotabilidad de reserva

La altura de proa ( $F_b$ ) definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta no será superior a:

$$F_b = 6075 \left( \frac{L}{100} \right) - 1875 \left( \frac{L}{100} \right)^2 + 200 \left( \frac{L}{100} \right)^3 \cdot \left( 2,08 + 0,609 CB - 1,603 C_{wf} - 0,0129 \left( \frac{L}{d_1} \right) \right)$$

Siendo  $C_{wf}$  = el coeficiente del área de la flotación a proa de  $L/2$  con el área de flotación a proa de  $L/2$  resultante de 1794,924 m<sup>2</sup>, medido con la flotación en AutoCAD.  $C_{wf}$  se calcula como

$$C_{wf} = \frac{A_{wf}}{\left( \frac{L}{2} \right) \cdot B} = \frac{1794,924}{(180,337/2) \cdot 25,2} = 0,79$$

$$F_b = 10955,473 - 6097,769 + 1172,96 \cdot (2,497 - 1,266 - 0,33) = 6442,37 \text{ mm}$$

$$F_b = 6442,37 \text{ mm}$$

Tomando el calado de máxima carga de 7,145 m se tiene que la cubierta más alta expuesta a la intemperie ha de encontrarse como mínimo a la distancia sobre la línea base de:

$$7145 + 6442,37 = 13587,37 \text{ mm}$$

Se comprueba en el perfil longitudinal que cumple con la altura mínima puesto que sobre el calado de máxima carga hay una altura a la cubierta superior de:

$$18500 - 71445 = 11355 \text{ mm} \rightarrow \text{mayor que } F_b$$

La flotabilidad de reserva adicional en buques de francobordo de tipo B ha de tener en la sección delimitada a 0,15 L a popa de la perpendicular de proa, una suma del área proyectada entre la flotación de la carga de verano y el borde de la cubierta y el área proyectada de la superestructura cerrada no será inferior a :

$$0,15 F_{min} + \frac{4 \left( \frac{L}{3} + 10 \right) L}{1000} = 351,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Donde } F_{min} = (F_0 \times f_1) + f_2 = 2003,896 \text{ mm}$$

$F_0$  = francobordo tabular en mm, reducido en caso que se aplique = 2922 mm.



$f_1 =$  Corrección por coeficiente de bloque = 1,003

$f_2 =$  Corrección por puntal = -926,87 mm

El área medida del croquis resulta ser de **405,04 m<sup>2</sup>**. Cumple con la reserva de flotabilidad exigida.

### 3.3 Regla 40. Francobordos mínimos

#### 3.3.1 Francobordo de verano

Al francobordo tabular se le aplican las correcciones quedando:

$$Fb_{\text{verano}} = Fb_{\text{tabular}} \cdot f_1 + C_1 + C_2 + C_3 = 2922 \cdot 1,003 - 926,87 - 1070 - 225,42 = \underline{708,476 \text{ mm}}$$

El francobordo de verano mínimo sin corrección por estabilidad resulta en:

$$Fb_{\text{verano\_mínimo}} = \mathbf{708,476 \text{ mm}}$$

La altura de la cubierta principal mínima ha de ser la suma del calado de diseño 6,2 m más el francobordo de verano.

$$D_{\text{min}} = 6,2 \text{ m} + 0,708 = 6,908 \text{ m}$$

Por tanto, se comprueba que cumple con la dimensión y que por lo tanto con la condición de estabilidad de que el calado de diseño ha de ser menor o igual que el calado máximo como se indica en la expresión:

$$T \leq D - Fb_{\text{verano}} = 8315 \text{ mm} - 708,476 \text{ mm} = 7606,524 \text{ mm}$$

Tomando el calado de máxima carga a **7145 mm** en la condición de salida de puerto con el 100 % carga y en lastre, se calcula el francobordo resultante:

$$Fb_{\text{verano}} = D - T = 8315 - 7145 = 1170 \rightarrow \mathbf{1170 \text{ mm}}$$

En agua salada el francobordo ha de ser como mínimo 50 mm por lo que cumple sobradamente.

#### 3.3.2 Francobordo tropical

El francobordo mínimo tropical resulta de restar 1/48 del calado de verano al francobordo de verano, medido desde el canto alto de la quilla hasta al centro del anillo de la marca de francobordo.

$$Fb_{\text{tropical}} = Fb_{\text{verano}} - 1/48 T_v = 1170 - 129,167 = 1040,833 \rightarrow \mathbf{1041 \text{ mm.}}$$

#### 3.3.3 Francobordo de invierno

El francobordo mínimo de invierno resulta de sumar  $1/48$  del calado de verano al francobordo de verano, medido desde el canto alto de la quilla hasta al centro del anillo de la marca de francobordo.

$$\mathbf{Fb_{invierno} = Fb_{verano} + 1/48 T_v = 1170 + 129,167 = 1299,167 \rightarrow 1300 \text{ mm.}}$$

### 3.3.4 Francobordo de invierno en el Atlántico Norte

Para buques de eslora superior a 100 m como el buque proyecto que naveguen en el Atlántico Norte, este francobordo en periodo estacional será el francobordo de invierno al que se le incrementará 50 mm. En el resto de buques será equivalente al francobordo de invierno.

$$\mathbf{Fb_{AN} = 1350 \text{ mm}}$$

### 3.3.5 Francobordo de agua dulce

El francobordo mínimo de agua dulce se obtiene restando al francobordo de agua salada el siguiente término:

$$\frac{\Delta}{40 T} = 10,712 \text{ (cm)}$$

Siendo:

$\Delta = 18679 \text{ t}$ ; desplazamiento en la flotación de verano para agua salada.

$T = 43,592 \text{ t/cm}$  partiendo de datos obtenidos con Maxsurf.

$$\mathbf{Fb_{ADulce} = 1062,88 \rightarrow 1063 \text{ mm}}$$

### 3.4 Resumen valores de francobordo

Tabla 7: Resumen de francobordos

<b>Francobordo de verano</b>	1170 mm
<b>Francobordo tropical</b>	1041 mm
<b>Francobordo de invierno</b>	1300 mm
<b>Francobordo de Atlántico Norte</b>	1350 mm
<b>Francobordo de agua dulce</b>	1063 mm

## 4. Arqueo

El arqueo se calcula por el “Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques” (Convenio de 1969), firmado en Londres el 23 de junio de 1969 por los países representados en la IMO.

En el arqueo según Convenio se distinguen el arqueo bruto y arqueo neto, con los que se intenta definir el tamaño total de un buque y su tamaño utilizable respectivamente.

El arqueo bruto es una función del volumen total de todos los espacios cerrados del buque; entendiéndose como tales, los espacios comprendidos entre la chapa o techo del fondo hasta la cubierta superior, más el volumen correspondiente a todos los espacios cerrados situados por encima de esa cubierta superior.

El arqueo neto se calcula mediante una fórmula que es una función del volumen total de todos los espacios de carga del buque, es decir, todos los espacios del buque que sean aptos para fines comerciales, y excluyendo por tanto de los mismos, los espacios destinados a los alojamientos y servicios de la tripulación, la cámara de máquinas, los ocupados por el equipo de gobierno, fondeo y amarre y remolque, así como pañoles u otros espacios similares. El arqueo neto no deberá ser inferior al 30% del arqueo bruto.

El arqueo bruto sirve de parámetro para determinar características técnicas del buque, reguladas por los convenios internacionales, como el número de tripulantes, los dispositivos contra incendios, etc. Es deseable que el arqueo sea el mínimo posible debido a sus repercusiones económicas en la explotación de buque.

## **4.1. Regla 2: Definiciones de los términos usados**

### **4.1.1. Cubierta superior**

Es la cubierta completa más alta expuesta a la mar y a la intemperie, dotada de medios permanentes de cierres estancos en la parte expuesta de la misma, y bajo la cual todas las aberturas en los costados del buque están dotadas de medios permanentes de cierre estanco.

Se considera como cubierta superior la situada a 18,5 m sobre la línea base, siendo está la cubierta nº 6.

### **4.1.2. Puntal de trazado**

Es la distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla en el costado hasta la cara inferior de la cubierta superior en el costado.

Corresponde al valor de 18,5 m

### **4.1.3. Manga**

Es la manga máxima del buque medida en el centro del mismo. En este buque es de 25,2 m

### **4.1.4. Calado de trazado**

Se tomará como calado de trazado el correspondiente al calado de verano obtenido a través de los correspondientes cálculos por medio del “Convenio Internacional sobre Líneas de Carga”, teniendo un valor de 7,145 m.

### **4.1.5. Espacios cerrados**

Son todos los limitados por el casco del buque, por mamparos fijos o movibles y por cubiertas o techos que no sean toldos permanentes o movibles.. Ninguna interrupción en una cubierta, ni abertura alguna en el casco del buque, en una cubierta o en el techo de un espacio, ni tampoco la ausencia de mamparos impedirá la consideración de un espacio como espacio cerrado.

### **4.1.6. Espacios de carga**

Son los espacios cerrados adecuados para el transporte de la carga que ha de descargarse del buque a condición de que dichos espacios hayan sido incluidos en el cálculo del arqueo bruto.

#### 4.2. Arqueo Bruto (GT)

El arqueo bruto de un buque (GT) se calcula aplicando la siguiente fórmula;

$$GT = K_1 \cdot V$$

Siendo;

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \times \log_{10} \cdot V$$

V; volumen total de todos los espacios cerrados del buque, expresado en metros cúbicos.

Se obtienen los volúmenes partiendo del plano de disposición general aunque para más detalle se podría obtener del módulo Hidromax una vez modelizados todos los compartimentos.

Por lo tanto se tiene,

**Tabla 8: Volúmenes de espacios cerrados y de carga**

Espacio	Volumen espacios cerrados (m <sup>3</sup> )	Volumen espacios de carga (m <sup>3</sup> )
Doble fondo	3519,31	-
Cubierta 1-2	15093,1	6202,9
Cbta.PPal	20812	13318,2
Cbta4-6	5608	15081
Cub.superior	487	-
Cub.7 (habilitación)	1237	
Cub.8 (habilitación)	1237	
Puente	491,58	
<b>Subtotal</b>	<b>48484,99</b>	<b>34602,1</b>
<b>Total</b>	<b>83087,09 m<sup>3</sup></b>	

obtenemos

$$GT = (0,2 + 0,02 \times \log_{10} \cdot 83087,09) \cdot 83087,09 = 24792,4$$

$$GT = 24792,4$$

#### 4.3. Arqueo Neto (NT)

El arqueo neto (NT) de un buque se calcula aplicando la siguiente fórmula;

”

$$NT = K_2 \cdot V_c + (4d/3D)^2 + K_3 \cdot (N_1 + \frac{N_2}{10})$$

donde,

VC; volumen de espacios de carga, en metros cúbicos.  $V_c = 34602,1 \text{ m}^3$

•

$$k_2 = 0,2 + 0,02 \times \log_{10} V_c' ; \bullet k_2 = 0,291$$

$$k_3 = \frac{1,25 \times (GT + 10.000)}{10000}; k_3 = 2,271$$

D; puntal de trazado.

d; calado de trazado.

N<sub>1</sub>; número de pasajeros en camarotes que no tengan más de ocho literas. N<sub>1</sub> = 0

N<sub>2</sub>; número de los demás pasajeros. " N<sub>2</sub> = 0

Se validarán los resultados que consideren:

- Cuando N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> sean menores a 13, N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> se tomarán iguales a 0.
- El factor  $(4d/3D)^2$  no se tomará superior a 1.
- El término  $K_2 \cdot V_c \cdot (4d/3D)^2$  no se tomará inferior a 0,25.GT
- NT no se tomará inferior a 0,30 GT.

El arqueo neto será:

$$NT = 0,291 \cdot 34602,1 + \left( \frac{4 \cdot 7,145}{3 \cdot 18,5} \right)^2 + 2,271 \cdot (0 + 0)$$

$$NT = 10886$$

El arqueo neto cumple porque es superior al 0.3 GT= 7437,72

## 5. Bibliografía

- Cooperación, M. d. (2006). *RESOLUCIÓN MSC.143 (77) "Enmiendas al protocolo 1988 relativo al Convenio Internacional sobre líneas de carga, 1966"*.
- OMI. (1969). *Convenio internacional sobre arqueo de buques*. Londres.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº10:**

**DEFINICIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA Y SUS  
AUXILIARES**

**ALUMNA**

Noelia López Puente nueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018





# Cdno.10 Definición de planta propulsora y sus auxiliares

## **RESUMEN**

Se define la planta propulsora de hélices de paso variable con motores duales alimentados por MDF y LNG. Se especifican los sistemas auxiliares de combustible, refrigeración, aire y exhaustación.

Para dotar del cumplimiento con SS.CC y siguiendo la norma UNE-EN-ISO 8861 se calcula la caudales de aire necesarios para la ventilación de la Cámara de Máquinas.

A planta de hélice con hélices de paso variable defínese con motores dobre alimentados por MDF e GNL. Se especifican os sistemas de combustible auxiliar, refrixeración, aire e escape.

Para cumprir coa SS.CC e seguindo a norma UNE-EN-ISO 8861, calcúlase o fluxo de aire necesario para a ventilación da Sala de máquinas.

The propulsion plant of variable pitch propulsion is defined with dual motors fed by MDF and LNG. The auxiliary systems of fuel, refrigeration, air and exhaust are specified. To provide compliance with SS.CC and following the UNE-EN-ISO 8861 standard, the air flow rates necessary for the ventilation of the Engine Room are calculated.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Elección del equipo propulsor .....</b>	<b>1</b>
2.1 Rango de operación .....	2
<b>3. Maquinaria auxiliar.....</b>	<b>2</b>
3.1 Motores auxiliares .....	2
3.2 Generadores de cola .....	3
<b>4. Autonomía .....</b>	<b>4</b>
4.1 Consumo y capacidad de almacenamiento de MDF .....	4
4.2 Consumo de LNG .....	4
<b>5. Reductora .....</b>	<b>5</b>
<b>6. Línea de ejes.....</b>	<b>6</b>
6.1 Eje intermedio .....	6
6.2 Eje de cola .....	6
<b>7. Sistemas auxiliares de la propulsión .....</b>	<b>7</b>
<b>7.1 Sistema de combustible .....</b>	<b>7</b>
7.1.1 Servicio de alimentación de combustible diésel.....	7
7.1.1.1 Caudalímetro.....	9
7.1.1.2 Bomba de circulación .....	9
7.1.1.3 Unidad de bombeo y filtro .....	10
7.1.2 Servicio de alimentación de combustible gas.....	10
7.1.2.1 Válvula maestra.....	13
7.1.2.2 Válvula de venteo .....	13
7.1.3 Servicio de trasiego y purificación de combustible diésel .....	13
7.1.3.1 Tanque de sedimentación (1T10) .....	14
7.1.3.2 Tanque de servicio diario (1T06).....	15
7.1.3.3 Tanque de reboses .....	15
7.1.3.4 Tanques de almacén .....	15
7.1.3.5 Bombas de trasiego de combustible.....	16
7.1.3.6 Unidad separadora de combustible.....	16
<b>7.2 Sistema de lubricante .....</b>	<b>19</b>
7.2.1 Descripción del sistema de lubricación.....	19

7.2.2 Unidad separadora de aceite .....	21
7.2.2.1 Bomba de alimentación .....	22
7.2.2.2 Precalentador .....	22
7.2.2.3 Separadora .....	22
7.2.2 Bombas de lubricación .....	23
7.2.3 Bombas de prelubricación .....	23
7.2.4 Tanque de servicio de aceite .....	23
7.2.4 Tanque de almacenamiento de aceite .....	24
7.2.4 Tanque de almacenamiento de aceite sucio .....	24
7.2.5 Enfriador del aceite lubricante .....	24
<b>7.3 Sistema de aire comprimido .....</b>	<b>25</b>
7.3.1 Descripción del sistema de aire .....	25
7.3.2 Compresores de aire de arranque .....	27
7.3.3 Compresores de aire de arranque de emergencia .....	28
7.3.4 Separador de agua y aceite .....	28
7.3.5 Botellas de aire de arranque .....	28
7.3.6 Botellas de aire de arranque para otros servicios .....	29
<b>7.4 Sistema de refrigeración por agua .....</b>	<b>29</b>
7.4.1 Descripción del sistema de refrigeración .....	30
7.4.2 Bomba de circulación de agua dulce .....	32
7.4.3 Bomba de circulación de agua salada .....	33
7.4.4 Enfriador central de agua dulce .....	33
7.4.5 Recuperación de calor .....	33
7.4.6 Tanque de expansión .....	34
7.4.7 Tanque de drenaje .....	34
7.4.8 Precalentador .....	34
<b>7.5 Sistema de exhaustación .....</b>	<b>35</b>
7.5.1 Descripción del sistema de exhaustación .....	35
7.5.2 Conducto de exhaustación .....	36
7.5.3 Caldera de gases de escape .....	37
7.5.4 Silenciadores .....	37
<b>7.6 Sistema de Ventilación de la cámara de máquinas .....</b>	<b>38</b>

7.6.1 Cálculo de flujo de aire.....	38
7.6.2 Cálculo de flujo de aire para la combustión .....	38
7.6.2.1 Cálculo de flujo de aire para la combustión de MM.PP .....	39
7.6.2.2 Cálculo de flujo de aire para la combustión de generadores .....	39
7.6.2.3 Cálculo de flujo de aire para la combustión de calderas .....	39
7.6.3 Cálculo de flujo de aire para evacuar el calor .....	40
7.6.4 Caudales de aire necesario .....	41
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>42</b>

### **Anexo I : Características de generadores y motores**

<b>1. Motores principales.....</b>	<b>44</b>
<b>2. Grupos Generadores.....</b>	<b>48</b>
<b>3. Grupos Generadores.....</b>	<b>52</b>
<b>4. Reductor .....</b>	<b>54</b>

### **Anexo II : Planos**

Plano de disposición de Cámara de Máquinas.....	76
Plano de Sistema de Combustible.....	80



## 1. Introducción

En este cuaderno se justificará la planta propulsora considerando la selección de maquinaria propulsora detallada en el Cuaderno 6 y se tratará el diseño de la Cámara de Máquinas acorde con el SOLAS y la Sociedad Clasificadora.

Se definirá el sistema propulsor y los sistemas auxiliares necesarios para la propulsión y servicios del buque. La Cámara de máquinas deberá tener suficiente capacidad para albergar toda la maquinaria respetando las condiciones de seguridad.

## 2. Elección del equipo propulsor

Como se indicó en el cuaderno 6, la potencia total requerida era de 43546,36 KW para un valor total de 1800 KW. de PTO distribuido en 4 motores duales semirrápidos de 10886,59 KW cada uno. La selección del motor propulsor se realiza en base a:

- Potencia, ha de suministrar la mínima necesaria determinada.
- Peso, ha de ser lo menor posible para reducir el peso en rosca y por lo tanto el la resistencia al avance del buque.
- Consumo, se trata que sea lo menor posible para reducir los costes de explotación.
- Empacho, la planta propulsora estará condicionada a la altura y eslora de compartimentado de Cámara de Máquinas. La disposición y tamaño de los MM.PP han de permitir suficiente espacio para el montaje y desmontaje de piezas.
- Mantenimiento, los motores con poco mantenimiento reduce costes de explotación.
- Precio, la planta Propulsora supone un gran coste por lo que a igualdad de cumplimiento de requerimientos se optará por el de menor precio.
- Emisiones contaminantes, el motor ha de cumplir con lo normativa vigente de MARPOL.

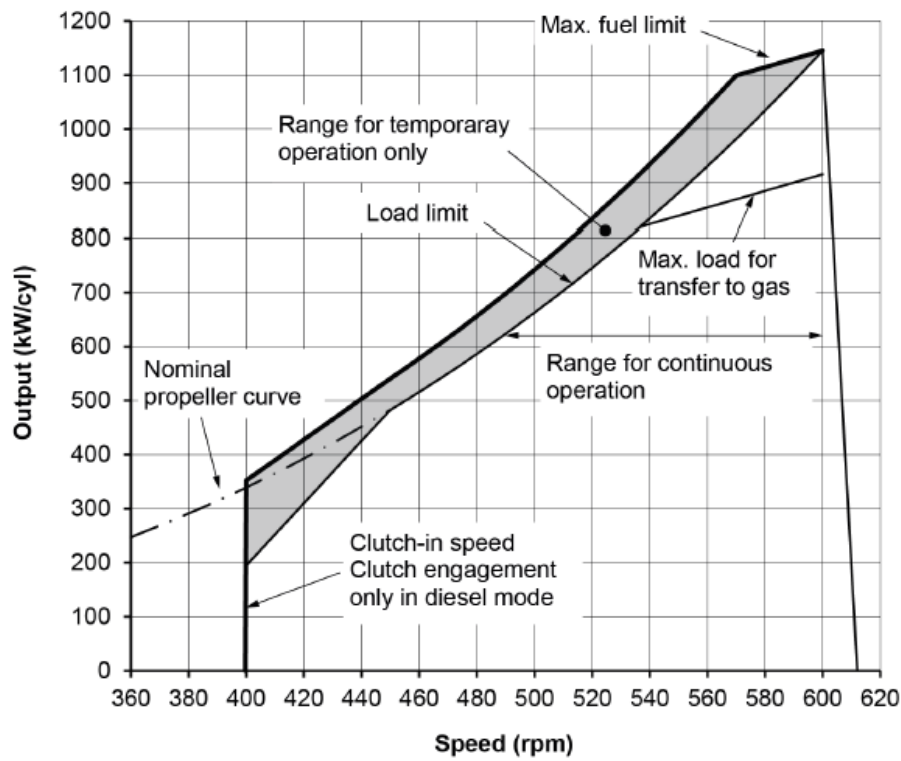
Ante esto se selecciona el modelo Wartsila 12V46DF de 13740 Kw a 600 rpm. La diferencia permite absorber las desviaciones del rendimiento de la hélice por su núcleo.

Debido a la alta velocidad, la potencia propulsora es elevada y sólo se puede abastecer con motores en V que se dispondrán dos por eje para reducir el empacho.

En el Anexo se adjuntan las características de los motores principales.

## 2.1 Rango de operación

Figura 1: Curva iteración propulsor-motor



La curva representa los rangos de operación de la hélice para cada punto de potencia del motor.

El 85 % de la potencia MCR se alcanza para una velocidad de 25 nudos en condiciones de servicio. Para la transferencia a modo gas a velocidad máxima de 600 rpm es de MCR de 80%

## 3. Maquinaria auxiliar

De acuerdo a la demanda eléctrica que se indica en el Cuaderno 11 la solución adoptada para la maquinaria auxiliar será:

- 2 grupos generadores auxiliares duales, 2 generadores de cola (PTO/PTI 's), 1 generador de emergencia.

### 3.1 Motores auxiliares

Los grupos generadores serán del mismo fabricante para abaratar costes de mantenimiento. Las características detalladas se muestran en el Anexo.

**Tabla 1: Características grupos generadores**

Set Generador Wartsila 20 DF	
Potencia motor (Kw)	1280
Potencia generador (KVA)	1400
RPM	1000
Presión media efectiva (MPa)	22
Diámetro cilindro (mm)	200
Frecuencia (Hz)	50
Consumo	7770 Kj/Kwh

### 3.2 Generadores de cola

Han de suministrar la potencia requerida a los propulsores transversales. Las características detalladas se muestran en el Anexo.

**Tabla 2: Características generadores de cola**

PTO/PTI	
Potencia aparente (KVA)	1740
Frecuencia (Hz)	50
Nº polos	4

## 4. Autonomía

Se determinará el consumo de combustible y la capacidad de los tanques para satisfacer los requerimientos del RPA en los que se pide una autonomía de 8500 millas del combustible MDF y 2000 millas para LNG.

Al tratarse de un motor dual consumirá tendrá distintos modos de operación. Utiliza MDF en navegación para *8500 millas* y como combustible de seguridad y piloto de LNG o en puerto. Mientras que el LNG se utilizará para una autonomía de 2000 millas de los auxiliares.

Al consumo total de combustible (tanques de almacén, servicio diario y sedimentación) se añadirá el 10 % de la capacidad para cumplir con la condición de llegada a puerto.

### 4.1 Consumo y capacidad de almacenamiento de MDF

El combustible de MDF será utilizado para MM.PP y MM.AA. Se consideran solo 2 equipos en funcionamiento de la maquinaria auxiliar puesto que el tercero se encuentra en stand-by.

Como ya se calculó en el Cuaderno 4, la autonomía de estos equipos suponen un consumo de :

$$C_{MDF_{MM.PP}} = 2906,7 \text{ t} \quad C_{MDF_{MM.AA}} = 116,3 \text{ t}$$

El consumo total de 3023 t que implica los siguientes volúmenes requeridos y dimensionados:

$$V_{\text{requerido}} = 3358,9 \text{ m}^3 \quad V_{\text{dimensionado}} = 3493,256 \text{ m}^3$$

### 4.2 Consumo de LNG

Se determina este combustible requerido para los motores auxiliares y principales. El consumo de MM.PP se calcula para 2000 millas con su respectiva potencia instalada. Se calcula partiendo del poder calorífico de 55530Kj/Kg de LNG como en el cuaderno 1, y con el consumo:

$$Consumo_{LNG_M} = 7331,4 \frac{KJ}{Kwh}$$

MM.PP

El consumo medio es de 7467,7 KJ/Kwh

$$P_{LNG} = \frac{46716 \text{ Kw} \cdot 7331,4 \frac{\text{KJ}}{\text{Kwh}} \cdot \frac{2000 \text{ mn}}{25 \frac{\text{mn}}{\text{h}}}}{55530 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 493,418 \text{ t}$$

$$V_{LNG} = \frac{493,418 \text{ t}}{0,451 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 1094,05 \text{ m}^3$$

MM.AA

$$P_{LNG} = \frac{1815 \text{ Kw} \cdot 7770 \frac{\text{KJ}}{\text{Kwh}} \cdot \frac{2000 \text{ mn}}{25 \frac{\text{mn}}{\text{h}}}}{55530 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 20,317 \text{ t}$$

$$V_{LNG} = \frac{20,317 \text{ t}}{0,451 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 45,048 \text{ m}^3$$

Se obtiene para toda la maquinaria el consumo y volumen requerido.

$$C_{requerido} = 513,735 \text{ t} \quad V_{requerido} = 1139,098 \text{ m}^3$$

Se selecciona 3 tanques LNGPac 465 con las siguientes dimensiones:

$V_{LNG}$  al 90% = **419 m<sup>3</sup>**

$\varnothing = 5 \text{ m}$

P total (tanque lleno con aislamientos) = 357 t/tanque

L= 35 m

## 5. Reductora

Un motor de cada línea de ejes está acoplado a la reductora de relación de reducción 3,243:1 para obtener las revoluciones óptimas de 185 rpm. La reductora a instalar es de modelo **AGHC-P** del fabricante Rolls Royce con tomas primaria para el accionamiento de PTO/PTI

Será lubricada mediante bomba de husillo, incorporada al reductor. En cada motor habrá un acoplamiento flexible para absorber desplazamientos radiales y longitudinales.

## 6. Línea de ejes

Se disponen de dos líneas de ejes, cada una acoplada a dos motores constituida por: eje intermedio, eje de cola y bocina. Las sujeciones interiores del eje son chumaceras y las externas serán arbotantes.

Los diámetros se calculen bajo la normativa de la Sociedad Clasificadora.

### 6.1 Eje intermedio

Según el DNV GL (*Part 4 , Ch 4, Section 1*) el diámetro del eje IACS en ejes acoplados ha de ser mayor o igual que lo expresado con la fórmula:

$$d \geq F \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{n \cdot [1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4]} \cdot \frac{560}{\sigma_B + 160}} \text{ (mm)}$$

F=100, factor según el tipo de instalación propulsora.

K=1,2; factor según el tipo de eje. Se toma un eje chaveteado para facilitar el desmontaje.

P = 27480 Kw. Potencia propulsora

n= 600 rpm. Revoluciones del eje.

$d_i$  = actual diameter of shaft bore [mm]. Se considera  $1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4$  como 1.

$\sigma_B$  = tensión del material, 760 Mpa para ejes de carbono

$$d_{min} \geq 363,86 \text{ mm}$$

### 6.2 Eje de cola

Siguiendo con la formulación anterior, se determina el diámetro mínimo del eje de cola con  $\sigma_B = 600$  Mpa y K = 1,15

$$d \geq 100 \cdot 1,15 \cdot \sqrt[3]{\frac{27480}{600} \cdot 0,737} \text{ (mm)}$$

$$d_{min} \geq 371,63 \text{ mm}$$

## **7. Sistemas auxiliares de la propulsión**

Son destinados al funcionamiento de la cámara de máquinas.

### **7.1 Sistema de combustible**

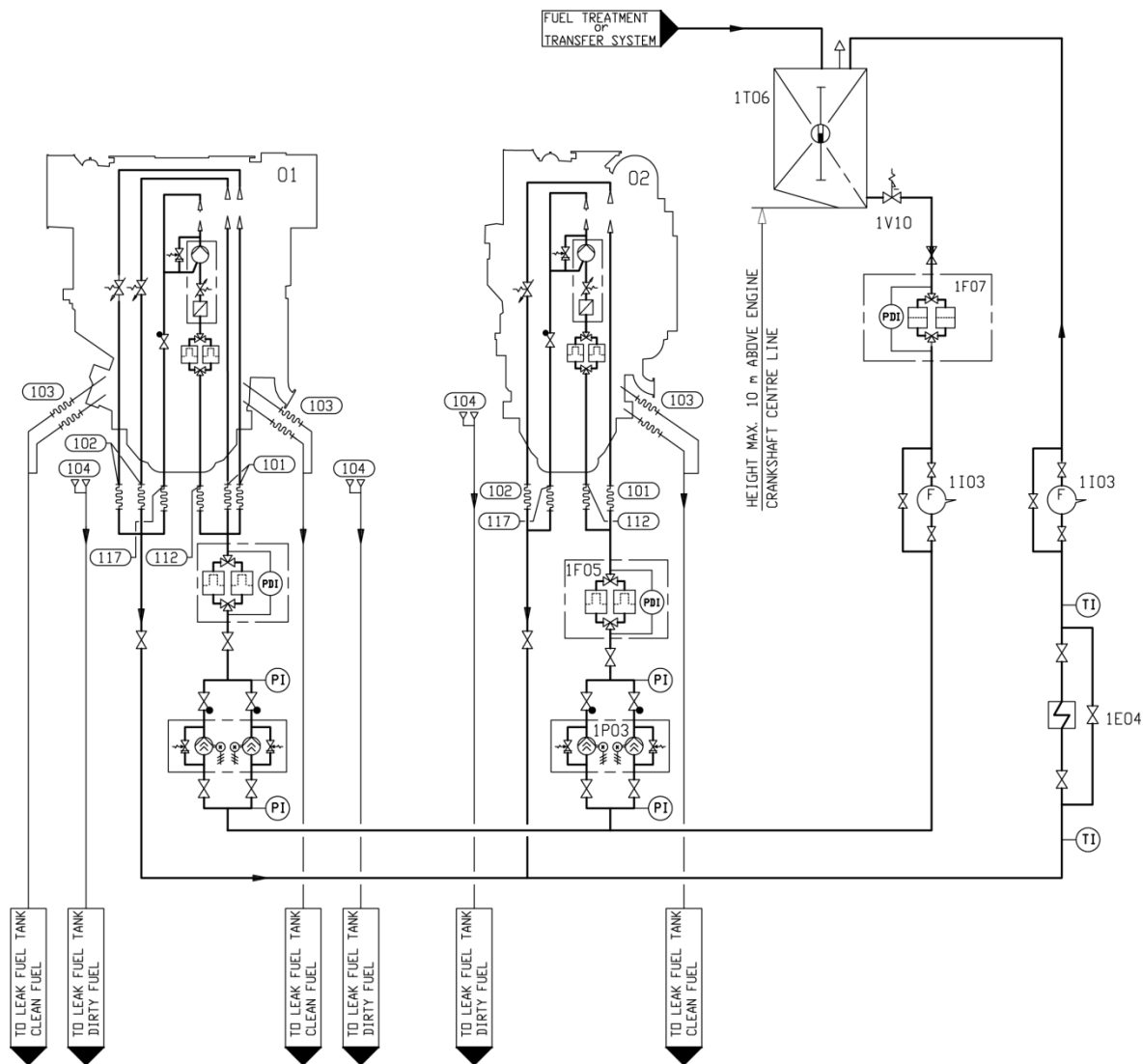
Las propiedades de los combustibles empleados se indican en el Anexo. Como ya se citó previamente, los motores 12V46DF operará con LNG + MDO siempre y cuando los combustibles alcancen la temperatura de operación.

#### **7.1.1 Servicio de alimentación de combustible diésel**

Las líneas de combustible alimentarán a cada motor con el combustible procedente de tanques diarios mediante bombas de circulación de tornillo que descargan el combustible por un filtro previo a la entrada al motor.

El sistema será común al de motores auxiliares. En el esquema se representa los componentes que constituyen el sistema.

Figura 2: Sistema modelo de alimentación de combustible



System components:			
01	Diesel engine Wärtsilä V46DF	1I03	Flow meter (MDF)
02	Diesel engine Wärtsilä L46DF	1P03	Circulation pump (MDF)
1E04	Cooler (MDF)	1T06	Day tank
1F05	Fine filter (MDF)	1V10	Quick closing valve (fuel oil tank)
1F07	Suction strainer (MDF)		

Pipe connections:			
101	Fuel inlet	104	Leak fuel drain, dirty fuel
102	Fuel outlet	112	Pilot fuel inlet
103	Leak fuel drain, clean fuel	117	Pilot fuel outlet



Todas las fugas de las válvulas de inyección, bombas y tuberías estarán en circuito cerrado. La bomba de émbolo controlará el tiempo de inyección del combustible de acuerdo a la velocidad y carga del motor.

El sistema se constituye por:

- 2 filtros de aspiración (1F07), en paralelo.
- 2 bombas de circulación (1P03) en paralelo para cada motor, mantendrá la presión de la bomba de circulación. Tendrá un filtro con una rejilla de 5 mm previa a la bomba.
- 1 filtro fino (1F05)
- Caudalímetro (1I03), indicará el combustible de cada motor.
- Un enfriador de vapor (1E04).
- 1 válvula de control para los intercambiadores.
- 1 válvula termostática para el control de emergencia de los calentadores.
- Panel de control y de alarmas.

Todas las fugas de las válvulas de inyección, bombas y tuberías estarán en circuito cerrado. La bomba de émbolo controlará el tiempo de inyección del combustible de acuerdo a la velocidad y carga del motor.

#### **7.1.1.1 Caudalímetro**

Se instalará dos caudalímetros por motor, uno en la línea de alimentación y otro en la de retorno. Una línea by-pass abrirá en caso de excesiva caída de presión indicado con alarma.

#### **7.1.1.2 Bomba de circulación**

Esta bomba circulará el combustible y mantendrá la presión en la inyección de las bombas. Mantendrá la viscosidad y la temperatura de operación en la inyección de la bomba. Se instalarán dos bombas en cada línea de alimentación. El consumo del motor se toma para un rendimiento de la bomba de 0,44 y eléctrico de 0,86.

**Tabla 6: Características bomba de circulación**

Presión de diseño	16 bar
Presión máxima (válvula de seguridad)	10 bar
Temperatura de diseño	150 °C
Caudal de diseño	9,8 m <sup>3</sup> /h
Potencia motor eléctrico	6,13 Kw
Potencia absorbida	7,133 Kw

#### **7.1.1.3 Unidad de bombeo y filtro**

Tendrá una línea by-pass sobre la bomba que permitirá la circulación del combustible al motor en caso de parar la bomba. Está constituido por la bomba de circulación en paralelo y un filtro en paralelo. El MDF se alimentará adicionalmente directamente del tanque de servicio diario a través de una bomba piloto de alimentación y su respectivo filtro.

La bomba de circulación de MDF tendrá las siguientes características:

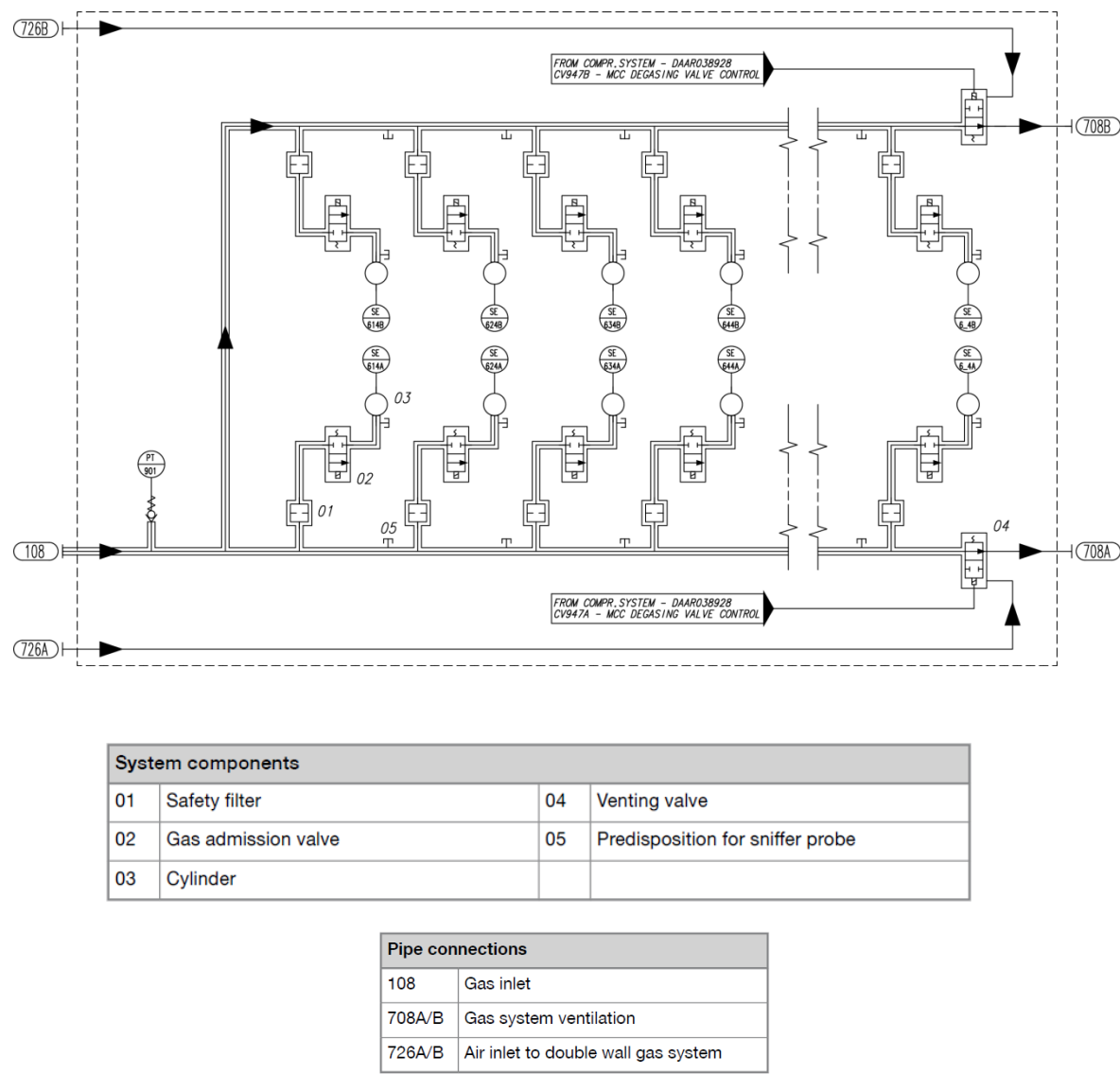
**Tabla 10: Características bomba de circulación de MDF**

Presión de diseño	16 bar
Presión máxima (válvula de seguridad)	10 bar
Temperatura de diseño	50 °C
Caudal de diseño	3,5 m <sup>3</sup> /h
Potencia motor eléctrico	2,295 Kw
Potencia absorbida	2,869 Kw

#### **7.1.2 Servicio de alimentación de combustible gas**

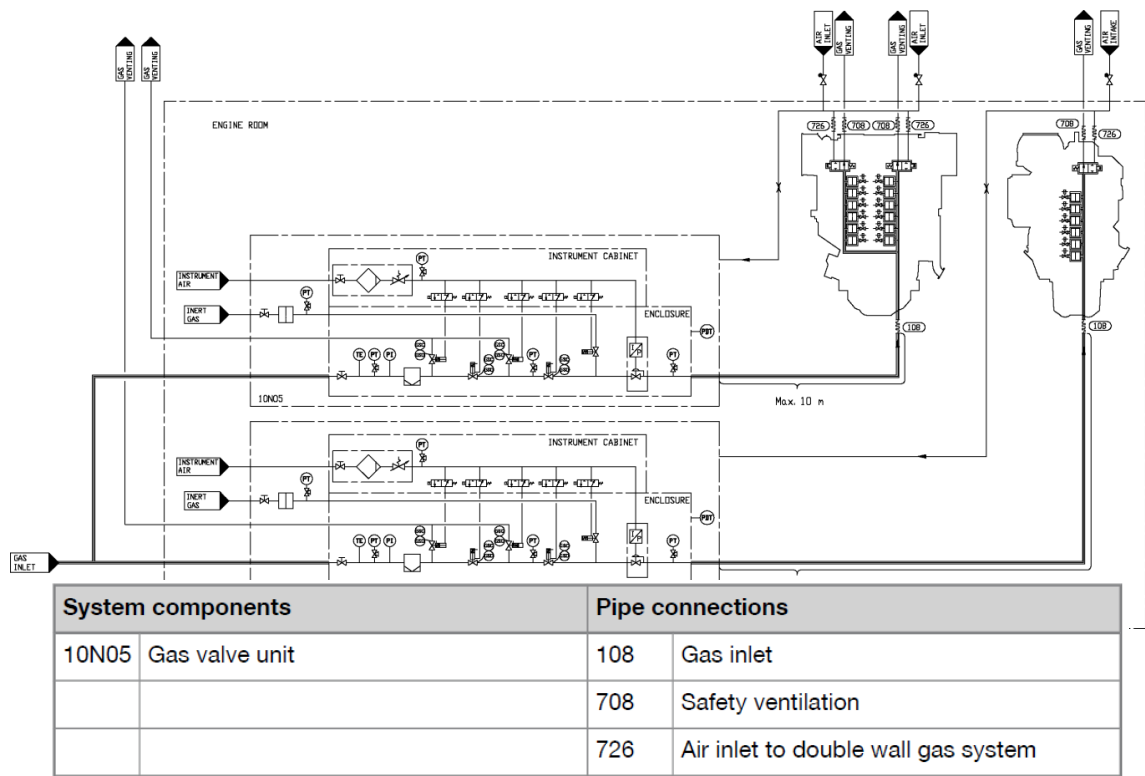
Cuando el motor opera en modo gas, el gas alimenta el motor a través de una válvula de admisión en cada cilindro. El gas es mezclado con el aire de combustión.

Figura 3: Sistema interno modelo de alimentación de LNG



Las tuberías son de doble pared ventiladas con gas inerte hasta la unidad de válvulas de gas. Las tomas de ventilación se encuentran en el motor y en el tanque de almacenamiento. La tubería de ventilación conecta con los ventiladores y desde estos al área de seguridad.

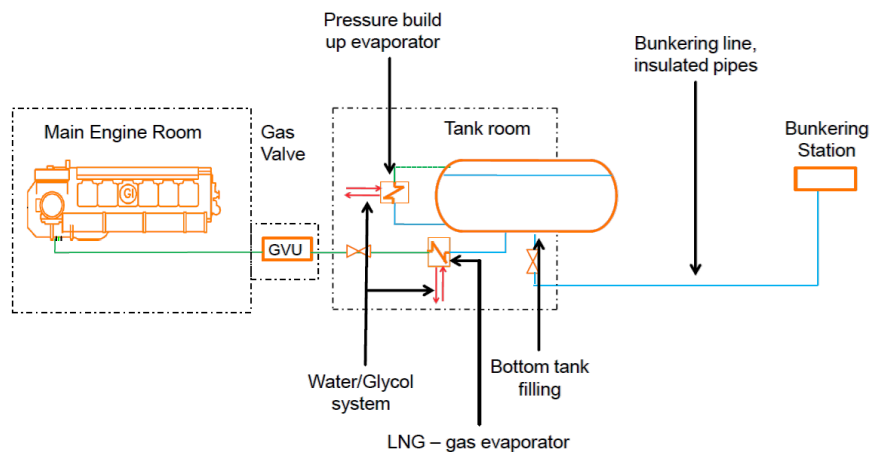
Figura 4: Sistema externo modelo de alimentación de LNG



Cada motor incorporará una unidad de válvulas de gas independiente.

En la figura siguiente se muestra el circuito externo de forma gráfica. El LNG es alimentado desde la estación al tanque y desde este el combustible se envía al evaporador del PUB (comunica con el circuito refrigerante de la mezcla agua/glicol) para aumentar la presión por lo que el vapor saliente se reenvía al tanque. El combustible es circulado por otra línea, en la que por presión se envía al evaporador, se refrigera y posteriormente a la presión de 6 bar se conduce a la Unidad de válvulas de Gas (Gas Valve Unit), distribuyendo el gas a cada cilindro.

**Figura 5: Esquema modelo de alimentación LNG al motor**



El consumo del sistema de LNGpac de Wartsila se estima en 15 KW.

#### **7.1.2.1 Válvula maestra**

Se dispondrá una válvula por cada línea de ejes y otra para el suministro de maquinaria auxiliar. Fuera del local de válvulas habrá válvulas de cierre automático en cada motor.

#### **7.1.2.2 Válvula de venteo**

Estas válvulas ventilarán en caso de fallo o cambio de secuencia durante el funcionamiento y aliviará presión a las tuberías. Las pequeñas cantidades serán ventiladas hacia el exterior.

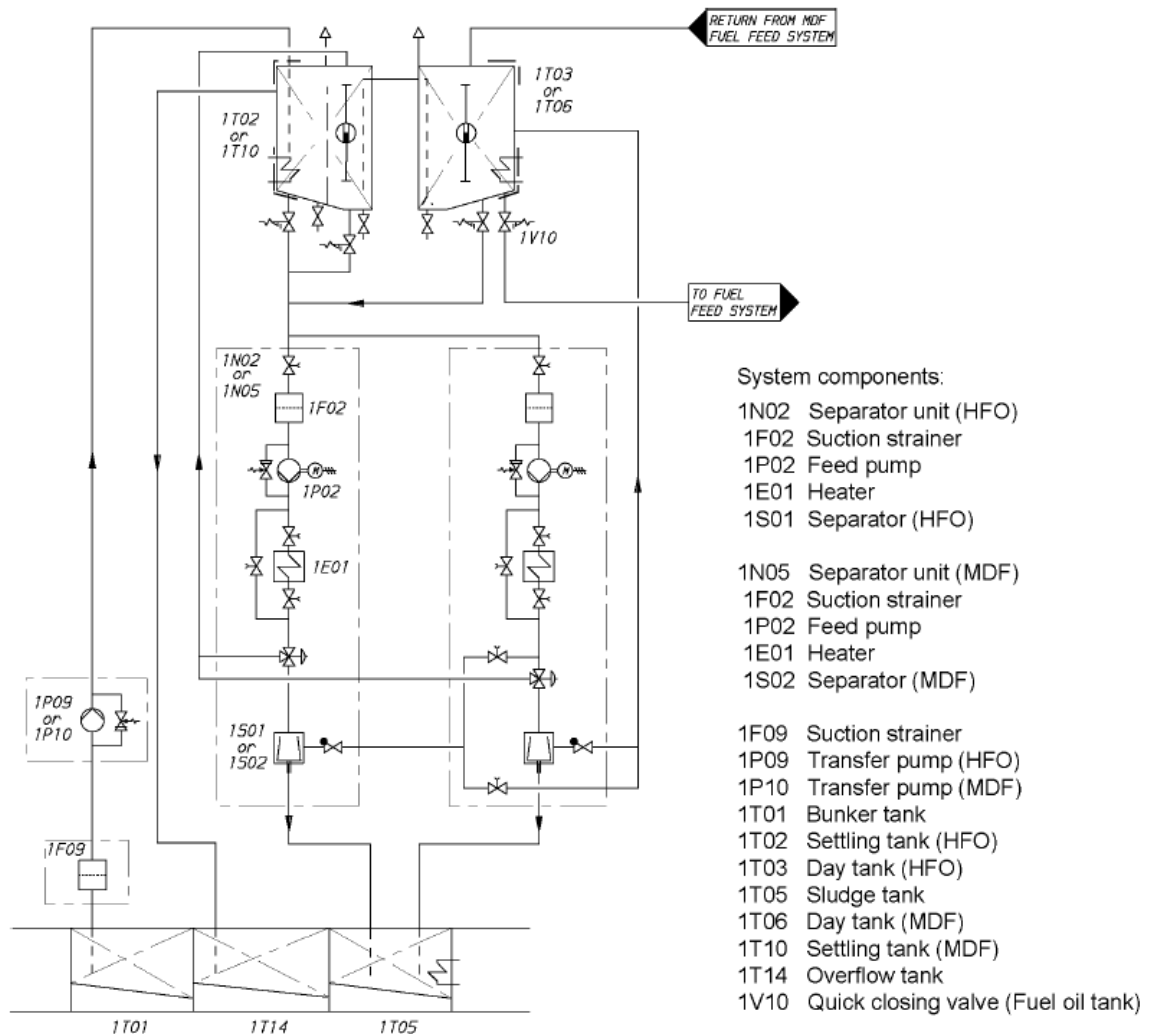
#### **7.1.3 Servicio de trasiego y purificación de combustible diésel**

Los tanques de suministro de este sistema se instalarán en ambas bandas.

Este sistema se encarga de la separación de lodos y agua del combustible almacenado en tanques que es enviado a tanques de sedimentación para un posterior trasiego a tanques de servicio diario para el suministro de los motores.

Se detallan los tanques utilizados y otros componentes.

**Figura 6: Esquema modelo del sistema de separación y trasiego de fuel**



### 7.1.3.1 Tanque de sedimentación (1T10)

La capacidad del tanque ha de ser suficiente para un mínimo de 24 horas de operación al máximo consumo, según recomienda el fabricante.

Cada tanque tendrá el fondo inclinado para facilitar el drenaje de los lodos. El tanque de MDF se mantendrá entre 20-40 °C.

Se considera un margen de un 2% debido a dilatación, 2% debido a la estructura y una 10% adicional por el almacenamiento de lodos.

**Tabla 11: Dimensionamiento tanques de sedimentación**

	MDF
Capacidad de almacenamiento	102,589 t
Volumen de tanque requerido	113,987 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	129,945 m <sup>3</sup>

### 7.1.3.2 Tanque de servicio diario (1T06)

Cada uno de los dos tanques de MDF ha de tener capacidad para 8 horas de operación a consumo máximo según fabricante. El tanque de MDF con un consumo de 183 g/kwh requiere la capacidad total de 68,392 t. y aplicando el margen de 4% al volumen, por tanque se obtiene:

**Tabla 12: Dimensionamiento tanques de servicio diario MDF**

Capacidad de almacenamiento	34,196 t
Volumen de tanque requerido	38 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	39,516 m <sup>3</sup>

El tanque de MDF mantendrá una temperatura de 20-40 °C.

### 7.1.3.3 Tanque de reboses

El buque dispondrá de un tanque de reboses para cada línea de ejes que pretende coleccionar las fugas de combustible limpio drenadas por gravedad para reutilizarlo bombeando a los tanques de servicio diario. Los tanques y tuberías para MDF han de ser calentados y aislados.

**Tabla 13: Dimensionamiento tanques de reboses**

	MDF
Capacidad de almacenamiento	21,375 t
Volumen de tanque requerido	23,747 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	24,697 m <sup>3</sup>

Las fugas o derrames de combustible o agua han de ser drenadas por gravedad y canalizadas por tuberías de combustible sucio hacia el tanque de lodos.

### 7.1.3.4 Tanques de almacén

Se dispondrán seis tanques para MDF. La capacidad mínima se obtiene de la diferencia de capacidad de consumo con los tanques de servicio diario y sedimentación (16 horas de operación). Los tanques incorporan serpentines para mantener la temperatura de operación y permitir su trasiego. El volumen mínimo requerido de cada tanque de MDF es de 149,957 m<sup>3</sup>. Se dimensiona la capacidad y volumen total de cada eje con los valores obtenidos para la operación indicados en el apartado 4.1, 4.2

**Tabla 14: Dimensionamiento tanques de almacén**

	MDF
Capacidad de almacenamiento	1511,45 t
Volumen de tanque requerido	1679,409 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	1746,585 m <sup>3</sup>

#### 7.1.3.5 Bombas de trasiego de combustible

Permiten el trasiego de combustible de tanques de almacén a los de sedimentación. Se dispondrán de dos bombas centrífugas (hidrodinámicas), en paralelo, de funcionamiento automático cuando el nivel del tanque de sedimentación sea bajo.

Se dimensiona el caudal con el valor mayor de los tres siguientes casos:

- A) Caudal para achique de un tanque de almacén (Considero el de mayor volumen, 847,896 m<sup>3</sup>) en 12 horas con bombas simultáneas.  $Q_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{almacen}}{12} \left( \frac{m^3}{h} \right)$
- B) Caudal para llenar el tanque de sedimentación en 4 horas.  $Q_2 = \frac{V_{sedimentación}}{4} \left( \frac{m^3}{h} \right)$
- C) Caudal para 10 veces el consumo del motor principal.  $Q_3 = \frac{10 \cdot Ce \cdot P}{\rho} \left( \frac{m^3}{h} \right)$

	MDF
Q <sub>1</sub>	35,329 m <sup>3</sup> /h
Q <sub>2</sub>	28,496 m <sup>3</sup> /h
Q <sub>3</sub>	47,5 m <sup>3</sup> /h

Las bombas serán dimensionadas para un caudal de 50 m<sup>3</sup>/h. Para el consumo se toma un rendimiento mecánico de 0,65 y un rendimiento eléctrico de 0,905.

#### 7.1.3.6 Unidad separadora de combustible

Trata de eliminar impurezas en el combustible que puedan afectar al funcionamiento del motor. Se consigue con un separador previo al trasiego hacia tanques de servicio diario.

Se instalarán dos unidades separadoras, una por línea de ejes más una de respeto que funcionará en stand by usado para MDF para obtener mejor eficiencia. La unidad separadora tendrá filtros coalescentes.

La unidad está constituida por:

- Filtro de aspiración (1F02)
- Bomba de alimentación (1P02)
- Precalentador (1E01)
- Tanque de lodos (1T05)
- Separador (1S01/1S02)



- Bomba de lodos
- Cuadros de control que incluye la monitorización y control de arrancadores

### Filtro de aspiración

Se instala en la succión de las bombas de circulación. Serán de tipo dúplex con válvula de conmutación para permitir el continuo funcionamiento en caso de limpieza de uno de ellos. La rejilla será de 0,5 mm.

### Bomba de alimentación de la separadora

Las bombas se dimensionan para la calidad del combustible utilizado. Descargarán a 5 bar para compensar la caída de presión (1,5 bar) a la salida del precalentador.

Las características de diseño de las bombas serán:

**Tabla 15: Bomba de alimentación de la separadora**

	MDF
Presión de diseño	5 bar
Temperatura de diseño	50 °C
Viscosidad (dimensionamiento motor eléctrico)	100 cST
Caudal de diseño	3,027 m <sup>3</sup> /h

La capacidad de las bombas se indica en el apartado 7.1.2.7. Partiendo del caudal de diseño se obtiene la potencia absorbida de la bomba para un rendimiento del 60 % y la potencia eléctrica para un rendimiento del 80%

$$P_{el\_MDF} = \frac{1000 \cdot (3,027 \frac{m^3}{h} \cdot 51 m.c.l \cdot 0,9 kg/dm^3}{3600 \cdot 75 \cdot 0,6} = 0,858 CV = 0,64 Kw$$

$$P_{abs\_MDF} = \frac{P_{abs\_MDF}}{0,80} = 0,8 Kw$$

	MDF
Potencia eléctrica	0,64 Kw
Potencia absorbida	0,8 Kw

### Precalentador de la separadora

Se dimensiona de acuerdo a la capacidad de la bomba de alimentación y temperatura del tanque de sedimentación. La temperatura de la superficie no debe ser muy alta para evitar el “cracking” del combustible, manteniendo la temperatura de control de éste a  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

La capacidad del calentador se calculará para un  $\Delta T$  de  $20^{\circ}\text{C}$  para la temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  a la entrada del tanque de almacén de MDF y  $30^{\circ}\text{C}$  de salida del tanque de servicio diario.

$$P \text{ (Kw)} = \frac{Q \text{ (l/h)} \cdot \Delta T}{1700}$$

MDF	
Potencia calentador	35,61 Kw

### Separador

La capacidad del separador se estima para un tiempo de 23 horas diarias con la siguiente fórmula.

$$Q \text{ (l/h)} = \frac{P \cdot b \cdot 24 \text{ h}}{\rho \cdot t}$$

P, potencia máxima continua del motor en Kw. Incluye toda la potencia propulsora que se alimenta con el combustible. Se considera la potencia de la maquinaria auxiliar y principal de una línea.  $P_{\text{MDF}} = 24638 \text{ Kw}$ .

b, consumo específico de combustible al 100% MCR + 15% de margen.  $b_{\text{MDF}} = 210,45 \text{ g/Kwh}$

$\rho$ , densidad del combustible,  $\rho_{\text{MDF}} = 900 \text{ kg/m}^3$ .

t, tiempo de funcionamiento diario de la separadora,  $t = 23 \text{ h}$ .

El valor no debe sobrepasarse, a menor caudal mejor será la eficiencia.

MDF	
Caudal del separador	6,012 m <sup>3</sup> /h

### Tanque de lodos

Recogerá lodos procedentes de tanques de servicio diario y de sedimentación. Deberán estar bajo y próximas a las separadoras para que puedan caer los lodos por gravedad.

El volumen de desechos a almacenar se obtiene mediante la expresión de MARPOL (Anexo I, Regla 12, Interpretación 16).

$$V = K \cdot C \cdot D$$

K = 0,01 debido al proceso de purificado del combustible.

C = 143,155 t. Consumo medio diario de MDF.

D = 9, duración máxima del viaje en días hasta el puerto de descarga de lodos.

Se aplica un 4% de margen en volumen por estructura y dilataciones. Se considera el valor medio de cada combustible.

**Tabla 16: Dimensionamiento tanque de lodos**

Capacidad de almacenamiento	12,88 t
Volumen de tanque requerido	14,123 m <sup>3</sup>
Volumen dimensionado	14,688 m <sup>3</sup>

Una bomba de husillo vaciará el tanque y los lodos han de ser calentados para su bombeo.

## 7.2 Sistema de lubricante

El aceite lubricante empleado en los motores será SAE 40 con índice de viscosidad 95 y un número de base NB entre 10-15 para operar con LNG y MDF

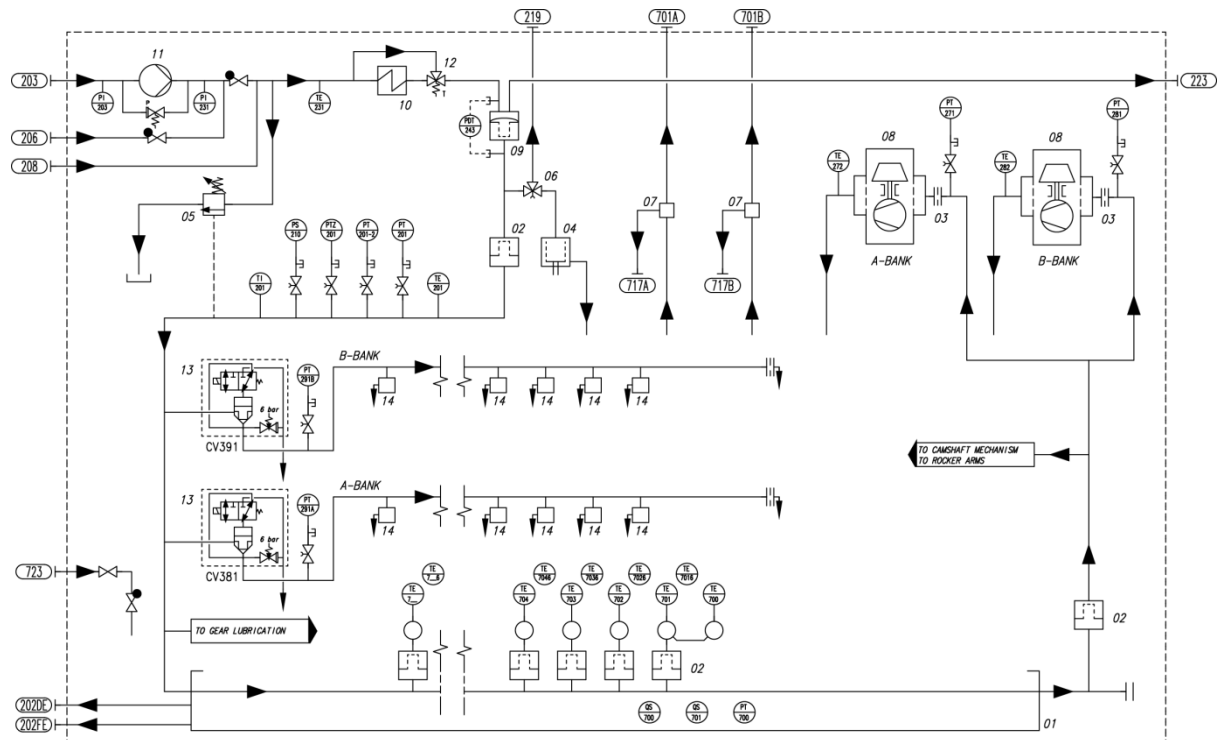
Este sistema tiene la función de: reducir rozamientos y desgastes, asegurar estanqueidad entre aros del pistón y camisas, refrigeración del pistón, proteger de bajas temperaturas debidas a los contenidos de azufre.

### 7.2.1 Descripción del sistema de lubricación

Este sistema será válido para la maquinaria auxiliar. El sistema de lubricación interno se realiza a presión mediante bombas de tipo husillo de lubricación y válvulas de control de presión.

Cada motor tendrá un sistema independiente salvo los tanques que serán compartidos. Las válvulas termostáticas y el enfriador mantienen la temperatura del circuito y los filtros evitan las impurezas en el sistema interno.

**Figura 7: Esquema modelo del sistema interno de lubricación**

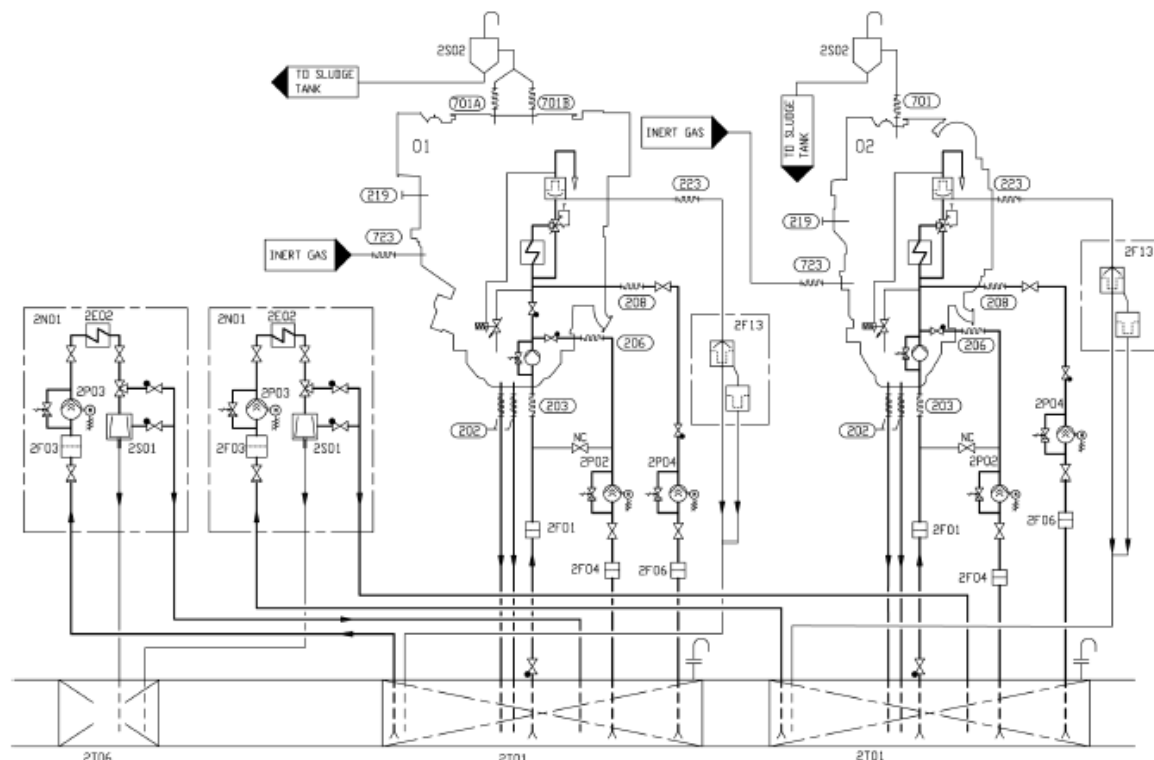


System components:					
01	Oil sump	05	Pressure control valve	10	Lube oil cooler
02	Running-in filter (To be removed after commissioning)	06	Sampling cock	11	Lube oil main pump
		07	Crankcase breather	12	Thermostatic valve
03	Orifice (press. TC)	08	Turbocharger	13	VIC control valve
04	Centrifugal filter (for indicating)	09	Lube oil automatic filter	14	VIC

Sensors and indicators:					
PT201/PTZ201	LO press. engine inlet	TE272/TE282	LO temp. TC outlet		
PT201-2	LO press. engine inlet	PT700	Crankcase pressure		
TE201/TE201	LO temp. engine inlet	QS700	Oil mist in crankcase alarm		
PS210	LO stand-by pump start	QS701	Oil mist in crankcase shut-down		
PI231	LO press. LOC inlet	TE700-TE7##	Main bearing temperature		
TE231	LO temp. LOC inlet	TE7016-TE7##6	BEB temp. for cylinder		
PDT243	LO filter press. difference	CV381/CV391	VIC control valve		
PT271/PT281	LO press, TC inlet	PT291A/B	LO press. after VIC control valve		
		PI203	LO press. bef. engine driven pump		

Pipe connections					
202DE/FE	LO outlet, from oil sump DE / FE	208	LO from electric driven pump	701A/B	Crankcase air vent A / B -bank
203	LO inlet to engine driven pump	219	Sample	717A/B	Crankcase breather drain A/B -bank
206	LO from priming pump	223	Flush oil from int. auto. filter	723	Inert gas inlet

**Figura 8: Esquema modelo del sistema externo de lubricación**



**System components:**

01	Diesel engine Wärtsilä V46DF	2N01	Separator unit
02	Diesel engine Wärtsilä L46DF	2P02	Prelubricating oil pump
2E02	Heater (separator unit)	2P03	Separator pump (separator unit)
2F01	Suction strainer (main lube oil pump)	2P04	Stand-by pump
2F03	Suction filter (separator unit)	2S01	Separator
2F04	Suction strainer (prelube oil pump)	2S02	Condensate trap
2F06	Suction strainer (stand-by pump)	2T01	System oil tank
2F13	Automatic filter (LO backflush)	2T06	Sludge tank

**Pipe connections:**

202	LO outlet	206	LO from priming pump	223	Flushing oil from autom filter
203	LO to engine driven pump	208	LO from el. driven pump	701	Crankcase air vent
		219	Lube oil, sample	723	Inert gas inlet

El motor ha de tener dos conexiones (202), una libre y otra conducida. A continuación se describen los componentes del sistema.

### 7.2.2 Unidad separadora de aceite

Cada motor tendrá su unidad separadora dimensionada en modo continuo. Se suministran como unidad preeensamblada compuesta por:

- Bomba de alimentación con filtro de succión y válvula de seguridad.
- Precalentador
- Separadora
- Cabina de control
- Tanque de lodos, evita que se tenga otro bajo la separadora
- Bomba de lodos

#### 7.2.2.1 Bomba de alimentación

Alimentará a la separadora con el lubricante del tanque de servicio. Las bombas están provistas de válvula de seguridad. Partiendo del caudal de operación de la separadora se definen las características.

**Tabla 17: Características de bombas de lodos**

	MDF
Caudal de operación	3,225 m <sup>3</sup> /h
Presión de diseño	8 bar

#### 7.2.2.2 Precalentador

Se dimensionará de acuerdo a la capacidad a la capacidad de la bomba de alimentación y de la temperatura del tanque de aceite que oscilará entre 65-75 °C. Para facilitar la separación incluso con motor parado, la capacidad del calentador ha de ser suficiente para mantener la temperatura sin el motor. Se recomienda la temperatura de salida de 95 °C.

Los precalentadores se disponen con válvulas de seguridad.

#### 7.2.2.3 Separadora

La separadora de aceite de tipo centrífugo tendrá una descarga controlada para minimizar las pérdidas. El caudal de operación se estima con la siguiente expresión:

$$Q \text{ (l/h)} = \frac{1,35 \cdot P \cdot n}{t}$$

P = 13740 Kw, potencia de salida del motor

n , número de renovaciones diarias: 4

t, tiempo de operación diaria. Se toma 23 horas

El caudal de la maquinaria auxiliar será distinto ya que operará a otra potencia.

**Tabla 18: Características de la separadora de aceite**

MDF	
Caudal del separadora MM.PP	3,225 dm <sup>3</sup> /h
Caudal del separadora MM.AA	0,288 dm <sup>3</sup> /h

### 7.2.2 Bombas de lubricación

Esta bomba de husillo proporciona aceite al motor para su lubricación, limpieza y refrigeración. Equipada con una válvula reguladora de presión se dimensiona lo siguiente:

**Tabla 19: Características de bomba de lubricación**

	MM.PP	MM.AA
Capacidad	259 m <sup>3</sup> /h	259 m <sup>3</sup> /h
Presión de diseño	10 bar	10 bar
Taraje de la válvula de seguridad	8 bar	8 bar
Temperatura de diseño	80°C	80°C

### 7.2.3 Bombas de prelubricación

Estas serán del mismo tipo que las anteriores. Será accionada en el arranque tras ser el motor parado evitando el uso de otra bomba stand-by.

**Tabla 20: Características de bomba de prelubricación**

	MM.PP	MM.AA
Capacidad	60 m <sup>3</sup> /h	60 m <sup>3</sup> /h
Potencia del motor eléctrico	19,18 Kw	19,18 Kw
Presión de diseño	10 bar	10 bar
Taraje de la válvula de seguridad	4,5 bar	4,5 bar
Temperatura de diseño	100°C	100°C
Viscosidad (dimensionamiento motor eléctrico)	500 cST	500 cST

### 7.2.4 Tanque de servicio de aceite

Se dispondrá un tanque por cada motor. El fabricante recomienda la capacidad de 23 m<sup>3</sup> por tanque al que se le aplicará un margen del 4% por estructura y dilataciones y resulta en un volumen requerido de 23,92 m<sup>3</sup>.

La tubería entre el cárter y el tanque ha de ser flexible para evitar daños de las expansiones térmicas. La tubería de succión tendrá una válvula antiretorno sin resorte. Las tuberías de retorno y succión no han de estar cercanas

El nivel de servicio de los tanques será del 75-80% y cuando alcanza el mínimo del 60%, arrancan las bombas de trasiego para llenar el tanque.

**Tabla 21: Dimensionamiento tanque de servicio de aceite**

	MM.PP	MM.AA
Capacidad almacenamiento tanque	23 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>
Capacidad almacenamiento total	92 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>
Capacidad servicio LO tanque	18,4 m <sup>3</sup>	1,6 m <sup>3</sup>
Capacidad servicio LO total	73,6 m <sup>3</sup>	3,2 m <sup>3</sup>
Volumen requerido tanque	23,92 m <sup>3</sup>	2,08 m <sup>3</sup>
Volumen requerido total	95,68 m <sup>3</sup>	4,16 m <sup>3</sup>

#### 7.2.4 Tanque de almacenamiento de aceite

Se disponen dos tanques de almacenamiento de aceite de 23 m<sup>3</sup> cada uno para la reposición de los tanques de servicio de cada línea.

#### 7.2.4 Tanque de almacenamiento de aceite sucio

Un tanque compartido para las dos líneas almacenará la capacidad total de dos tanques de servicio de 46 m<sup>3</sup> previamente al paso por las separadoras. Se situará bajo los MM.PP. Los MM.AA dispondrán de un tanque de aceite sucio (20 m<sup>3</sup> aprox.) bajo los motores.

#### 7.2.5 Enfriador del aceite lubricante

El enfriador del aceite LO será externo al motor.

**Tabla 22: Características enfriador**

	MM.PP	MM.AA
Caudal a enfriar	200 m <sup>3</sup> /h	
Calor a disipar	936 Kw	187 Kw
Caída de presión máx.	0,8 bar	0,2 bar
Caída de presión máx. agua	0,6 bar	
Caudal de agua del enfriador	240 m <sup>3</sup> /h	48 m <sup>3</sup> /h
Tª agua antes del enfriador	45°C	
Tª aceite antes del enfriador	63°C	
Presión de diseño	10 bar	9 bar
Margen min.	15%	15%



## 7.3 Sistema de aire comprimido

Este sistema se utiliza para el arranque de motores y para energizar dispositivos de control y seguridad. Para garantizar el funcionamiento ha de estar libre de partículas sólidas y oleosas.

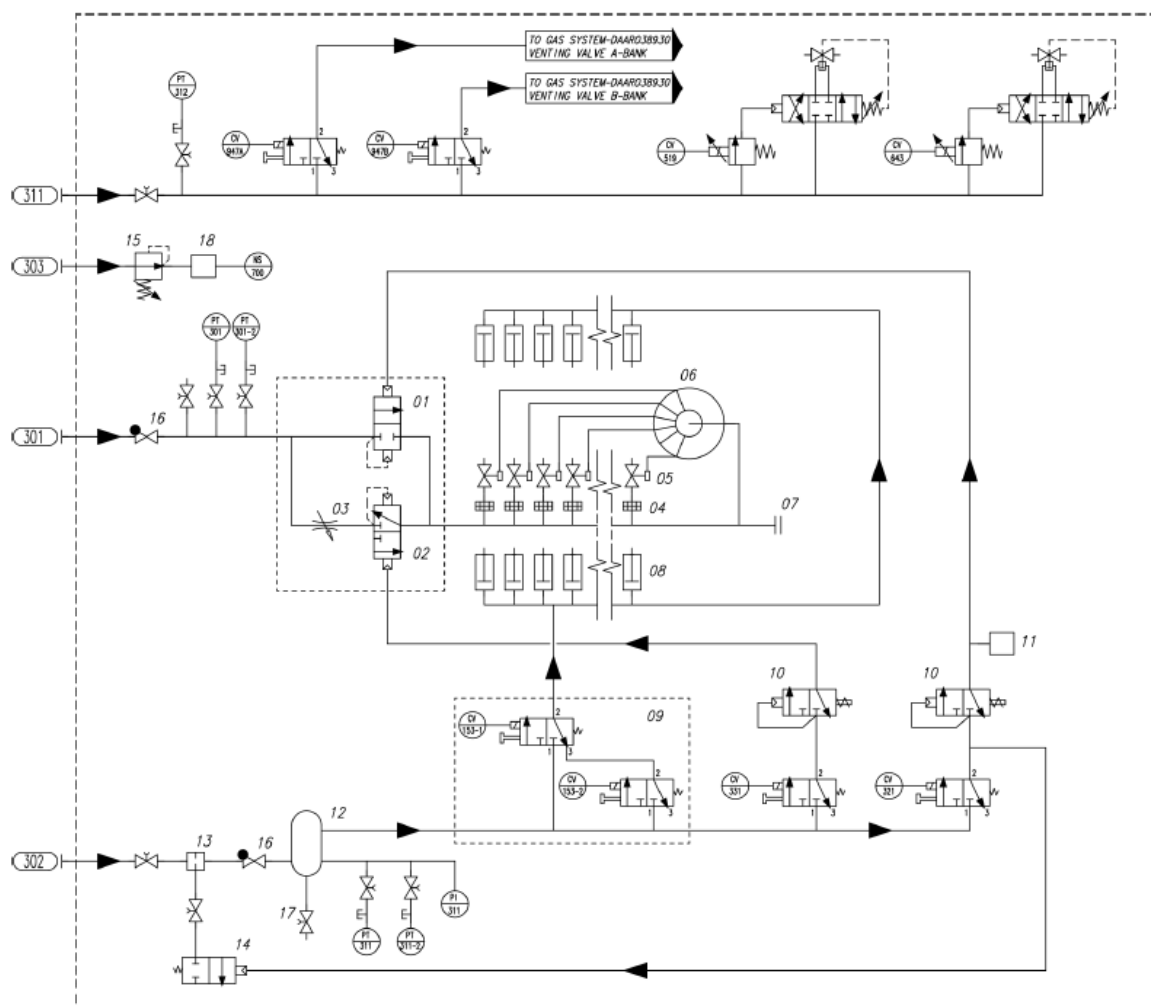
### 7.3.1 Descripción del sistema de aire

Los motores arrancarán a una presión nominal de 30 bar y una presión mínima recomendada de 18 bar. El arranque se lleva a cabo mediante la inyección de directa de aire en las culatas a través de válvulas de arranque.

La válvula principal de arranque puede ser operada manualmente (consumo 2-3 veces menor) o eléctricamente.

El aire comprimido también es utilizado para otros servicios como: arrancador del actuador de combustible, limpieza del turbocompresor y otros.

Figura 9: Esquema modelo del sistema interno de aire comprimido



System components:			
01	Starting air master valve	10	Blocking valve when turning gear engaged
02	Slow turning valve	11	Starting booster for governor
03	Adjustable valve	12	Air container
04	Flame arrester	13	High pressure filter
05	Starting air valve in cylinder head	14	Valve for automatic draining
06	Starting air distributor	15	Pressure control valve
07	Bursting disc	16	Non return valve
08	Stop cylinders at each injection pumps	17	Drain valve
09	Stop valves	18	Oil mist detector

Sensors and indicators:			
PT301	Starting air inlet pressure	CV153-1	Stop solenoid
PT301-2	Starting air inlet pressure	CV153-2	Stop solenoid
PT311	Control air pressure	CV321	Starting solenoid
PT311-2	Control air pressure	CV331	Slow turning solenoid

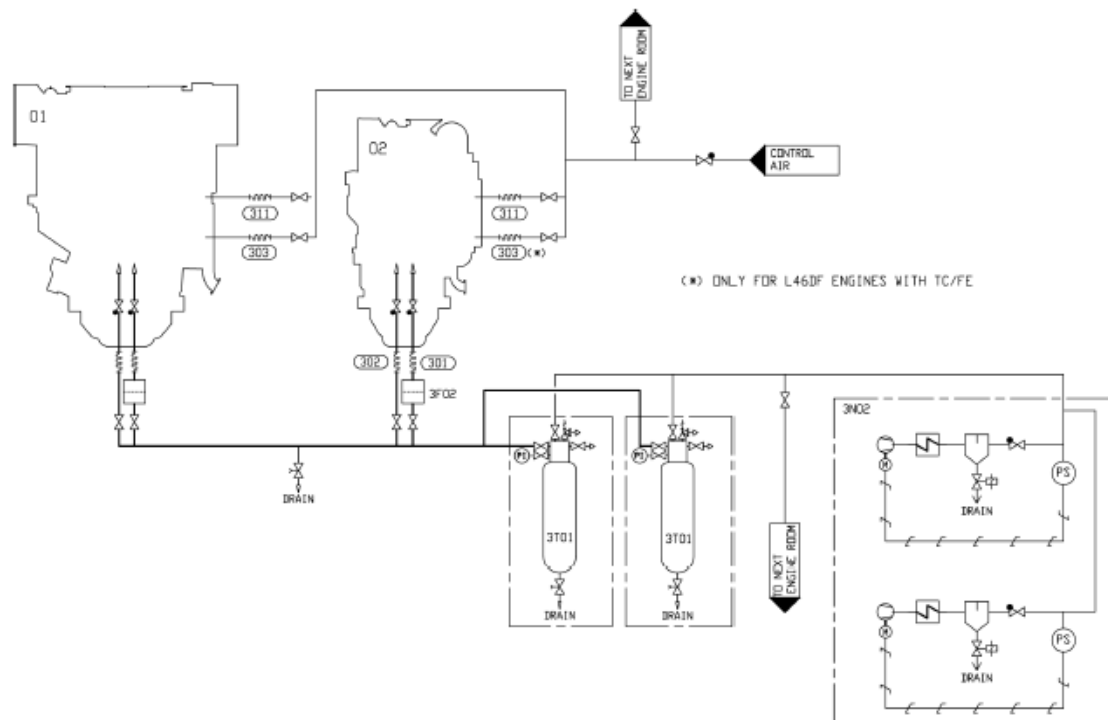
Pipe connections	
301	Starting air inlet
302	Control air inlet
303	Driving air inlet to oil mist detector
311	Control air inlet

Cumpliendo con la Sociedad de Clasificación, la capacidad del arranque se ha de suministrar con al menos dos compresores, siendo como mínimo uno de ellos suministrar el 50% de la capacidad requerida. La capacidad de los receptores ha de permitir al menos 6 arrancadas para el caso de proyecto.

El sistema a tres botellas, dos para el arranque de los MM.PP y la otra para el arranque de los MM.AA y servicios de seguridad y control de los motores como se muestra en el sistema externo.

El aire de los dispositivos de control y seguridad ha de tratarse con un secador.

**Figura 9: Esquema modelo del sistema externo de aire comprimido**



System components		Pipe connections	
01	Diesel engine WV46DF	301	Starting air inlet, 30 bar
02	Diesel engine WV46DF	302	Control air inlet, 30 bar
3F02	Air filter (starting air inlet)	303	Driving air to oil mist detector, 2 - 12 bar
3N02	Starting air compressor unit	311	Control air to bypass / wastegate valve, 4 - 8 bar
3T01	Starting air receiver		

### 7.3.2 Compresores de aire de arranque

Según DNV-GL 2015 (Part 1, Ch.2, Sec.2), se ha de disponer de 2 compresores cuya capacidad total llenen botellas de aire comprimido en 1 h. a la presión atmosférica. El caudal total se obtiene para motores irreversibles como  $0,5 \cdot J$ , siendo J el volumen requerido por cada motor.

$$J = a \cdot \sqrt[3]{\frac{H}{D}} \cdot (z + b \cdot p \cdot n_A + 0,9) \cdot V_h \cdot c$$

Donde,

J = capacidad total de arrancada por motor en  $\text{dm}^3 \rightarrow 621,066 \text{ dm}^3$

D= longitud émbolo  $\rightarrow 460 \text{ mm}$

H= carrera  $\rightarrow 580 \text{ mm}$

$V_h$  = cilindrada  $\rightarrow 96,4 \text{ dm}^3$

p= máxima presión de trabajo  $\rightarrow 30 \text{ bar}$

z= número de cilindros → 12

a= 0,419 para motores de 4T

b= 0,056 para motores de 4T

c= 1

**Tabla 22: Características compresor de aire de arranque**

Caudal por compresor	74,4 m <sup>3</sup> /h
Caudal total	148,8 m <sup>3</sup> /h
Potencia eléctrica indiv.	13,129 Kw
Potencia absorbida indiv.	14,91 Kw

Se ha considerado un rendimiento mecánico y eléctrico de 0,88. Los compresores se dimensionan para una temperatura límite de 93°C en servicio. La válvula de seguridad cerrará cuando la presión exceda del 10% de la presión de trabajo.

### 7.3.3 Compresores de aire de arranque de emergencia

Un compresor de menor tamaño acoplado al generador de emergencia permitirá en estado inoperativo del buque, rellenar las botellas para arrancar los motores auxiliares, permitiendo mínimo 3 arrancadas.

**Tabla 23: Características compresor de aire de arranque emergencia**

Caudal por compresor	32 m <sup>3</sup> /h
Potencia eléctrica	5,64 Kw

### 7.3.4 Separador de agua y aceite

Estará instalado en la tubería del compresor entre el compresor y el aire de arranque. Según las condiciones de operación pueden instalarse entre el aire de arranque y el motor.

### 7.3.5 Botellas de aire de arranque

Las botellas del aire de arranque se dimensionan para una presión nominal de 30 bar. Según el DNV-GL, han de tener la capacidad de 6 arrancadas para los MM.PP y 3 para los MM.AA. Para el cálculo del volumen se recomienda una presión mínima de 18 bar. El volumen total se obtiene de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{P_E \cdot V_E \cdot n \cdot n_m}{P_{max} - P_{min}}$$

$V$  = Volumen total de aire de arranque en  $m^3$ .

$P_E = 1,01$  bar. Presión barométrica en condiciones normales de presión y temperatura.

$V_E$  = Consumo de aire por arrancada;  $3,1 m^3$  en MM.PP y  $0,32 m^3$  en MM.AA

$n$  = número de arrancadas.

$n_m$  = número de motores.

$P_{max} = 30$  bar

$P_{min} = 18$  bar

**Tabla 24: Características botellas de aire de arranque**

Volumen requerido de MM.PP	$6,262 m^3$
Volumen requerido de MM.AA	$0,2424 m^3$
Volumen total	$6,5044 m^3$
Volumen de botella	$3,252 m^3$

Las botellas estarán equipadas de una válvula manual para drenar los condensados.

### 7.3.6 Botellas de aire de arranque para otros servicios

Se dispondrá de una botella adicional de 8 bar con autonomía destinada a servicios técnicos de:

- Toma de mangueras de limpieza en Cámara de máquinas
- Toma de mangueras en taller.
- Toma de mangueras en local de depuradoras

### 7.3.7 Filtro de aire de arranque

Se instalará un filtro antes de la toma de aire de arranque del motor para prevenir la entrada de partículas de los condensados formados tras el separador de agua.

Se utilizará un filtro tipo Y con pantalla de acero inoxidable y rejilla de  $400 \mu m$ . La caída de presión no excederá de 0,2 bar en un tiempo de 4 s. en el arranque.

## 7.4 Sistema de refrigeración por agua

Un sistema centralizado refrigerado por agua de mar que enfriará al resto de intercambiadores refrigerados por agua dulce para evitar incrustaciones. Según la temperatura de agua dulce del circuito se distingue:

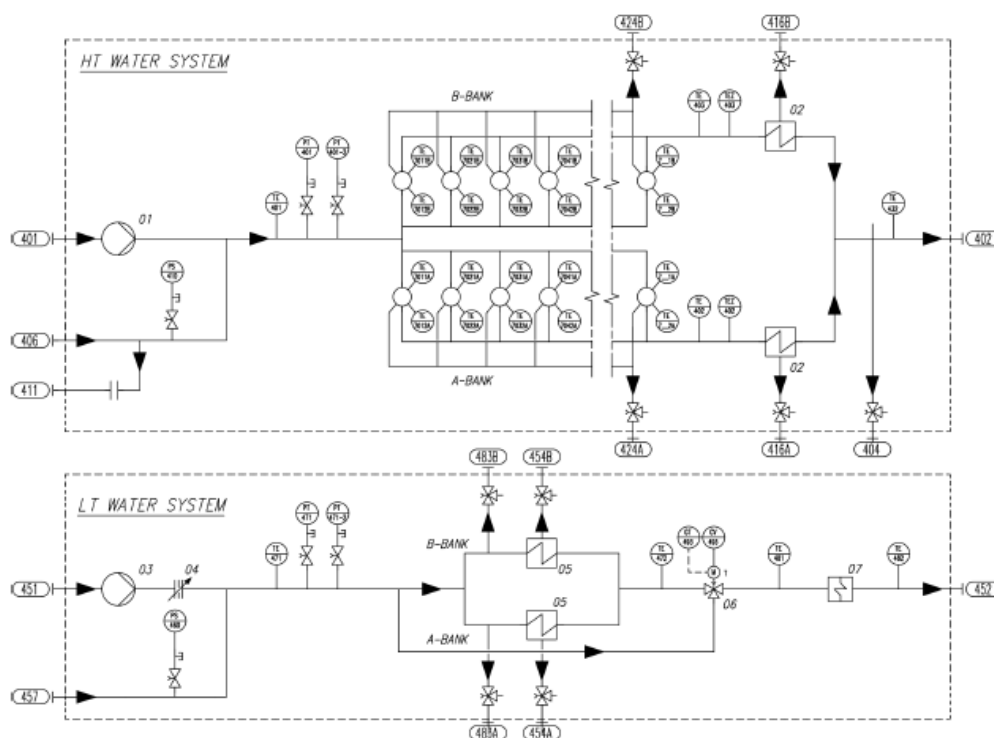
- Circuito de alta temperatura (HT)
- Circuito de baja temperatura (LT)

En los circuitos externos e internos se muestra el funcionamiento del sistema

### 7.4.1 Descripción del sistema de refrigeración

El agua de alta temperatura (HT) es bombeada hasta las camisas del motor, circulando por las culatas tras el paso por el enfriador externo en una de sus etapas. Mientras que el agua de baja temperatura circula hasta la etapa del enfriador de agua y posteriormente por el de aceite LO.

**Figura 10: Esquema modelo del sistema interno de refrigeración**



System components:					
01	HT-water pump	04	Adjustable orifice	06	Thermostatic valve
02	Charge air cooler (HT)	05	Charge air cooler (LT)	07	Lube oil cooler
03	LT-water pump				

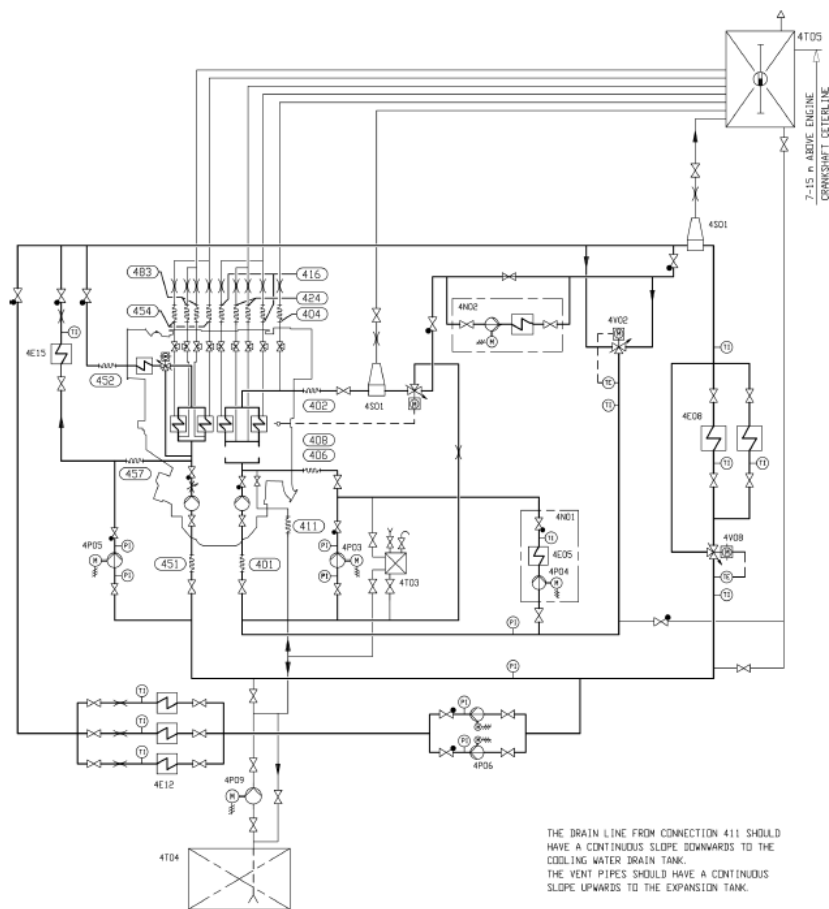
Pipe connections			
401	HT-water inlet	411	HT-water drain
402	HT-water outlet	416A/B	HT-water air vent from CAC A/B-bank
406	HT-water from stand-by pump	451	LT-water inlet
404	HT-water air vent	454A/B	LT-water air vent from CAC A/B-bank
424A/B	HT-water air vent from exh. valve & cyl head A/B-bank	457	LT-water from stand-by pump
		483A/B	LT-water air vent A/B-bank

En el circuito externo el agua dulce es impulsada al enfriador central mediante las bombas de circulación. Posteriormente circula por el circuito de LT en dirección a enfriadores de aire o de aceite LO. Mediante el by-pass se circula la refrigeración a los motores auxiliares.

Para los motores auxiliares se instalará dos bombas de circulación de LT (un de ellas de respeto) con un caudal unitario de  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  y 2,5 bar.

Los tanques de expansión compensarán las fugas y cambios de volumen en el circuito y suministrarán presión para evitar cavitación.

**Figura 11: Esquema modelo del sistema externo de refrigeración**



System components:			
4E05	Heater (preheater)	4P06	Circulating pump
4E08	Central cooler	4P09	Transfer pump
4E12	Cooler (Installation parts)	4S01	Air venting
4E15	Cooler (generator)	4T03	Additive dosing tank
4N01	Preheating unit	4T04	Drain tank
4N02	Evaporator unit	4T05	Expansion tank
4P03	Stand-by pump (LT)	4V01	Temperature control valve (HT)
4P04	Circulating pump (preheater)	4V02	Temp control valve (heat recovery)
4P05	Stand-by pump (LT)	4V08	Temp control valve (central cooler)

Pipe connections:	
401	HT-water inlet
402	HT-water outlet
404	HT-water air vent
406	Water from preheater to HT-circuit
408	HT-water from stand-by pump
411	HT-water drain
416	HT-water air vent from CAC
424	HT-water air vent, from exh valve seat
451	LT-water inlet
452	LT-water outlet
454	LT-water air vent from air cooler
457	LT-water from stand-by pump
483	LT-water air vent

#### 7.4.2 Bomba de circulación de agua dulce

Se instalarán dos bombas centrífugas por línea. Se dimensionan las bombas con los rendimientos de 71% de la bomba y 91 % eléctrico.

**Tabla 25: Características bomba de circulación agua dulce**

	Circuito HT	Circuito LT
Presión nominal de descarga	<b>2,5 bar + estática</b>	<b>2,5 bar + estática</b>
Presión máxima de descarga	5,3 bar	5,3 bar
Capacidad bomba	240 m <sup>3</sup> /h	240 m <sup>3</sup> /h
Potencia eléctrica absorbida	54,72 Kw	54,72 Kw



### 7.4.3 Bomba de circulación de agua salada

Dispondrá de dos bombas centrífugas en servicio y una de respeto. El rendimiento de la bomba será 75% y eléctrico del 90%.

**Tabla 25: Características bomba de circulación agua dulce**

Presión nominal de descarga	<b>2,5 bar + estática</b>
Capacidad bomba	300 m <sup>3</sup> /h
Potencia eléctrica absorbida	31,65 Kw

### 7.4.4 Enfriador central de agua dulce

Será utilizado 2 enfriadores de placas para MM.PP y MM.AA manteniendo uno en stand-by. Se obtiene el caudal de operación de cada motor con la siguiente fórmula:

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = Q_{LT} + \frac{3,6 \cdot \emptyset}{4,15 (T_S - T_E)}$$

$Q_{LT}$  = 240 m<sup>3</sup>/h, caudal de la bomba LT

$\emptyset$  = 2208 Kw, calor disipado al agua HT de MM.PP y MM.AA, valor más restrictivo de los modos de operación.

$T_S$  = 91 °C, temperatura del agua HT a la salida del motor.

$T_E$  = 74 °C, temperatura del agua HT a la entrada del motor.

**Tabla 26: Características enfriador central de agua dulce**

Caudal total necesario de agua dulce	480 m <sup>3</sup> /h
Caudal de agua salada (1,2 veces la dulce)	576 m <sup>3</sup> /h
Calor total a disipar	11040 Kw
Margen por otros consumos	15%

### 7.4.5 Recuperación de calor

El generador de agua dulce aprovechará el calor residual en el agua HT para producir agua dulce a partir del agua salada procedente del colector de la Cámara de Máquinas.

Se dimensiona para un consumo de la tripulación de 3,6 ton/día. Se aprovechará el 50% de la energía disipada que supone 3753,6 KW por lo que un condensador de vacío producirá 0,03 tons/diaKW dando lugar a 112,6 ton/día.

#### 7.4.6 Tanque de expansión

Este tanque compensa la expansión térmica del agua dulce, sirve para el venteo de los circuitos y mantener la presión estática de las bombas de circulación.

Dispondrá de una escotilla de inspección, válvula de nivel y alarma de bajo nivel.

**Tabla 27: Características tanque de expansión**

Presión de aspiración	0,7-1,5 bar
Capacidad del tanque	0,2 m <sup>3</sup>

#### 7.4.7 Tanque de drenaje

Utilizado para drenar el sistema por labores de mantenimiento. Se dispondrá de una bomba para devolver el agua al sistema y reutilizarse. Considerando el volumen de agua del motor de 2 m<sup>3</sup>, se tomará el valor de 2,2 m<sup>3</sup>

#### 7.4.8 Precalentador

Se dispondrá de un precalentador por cada 2 motores que precalentará el agua 70°C.

La unidad de precalentador estará constituida por: una bomba de circulación, una válvula termostática de 70 °C, válvula antirretorno y válvula de seguridad.

Se dimensionará el precalentador según el fabricante con la siguiente estimación:

$$P = \frac{(t_1 - t_0) \cdot (W_{motor} \cdot 0,14 + V_{HT} \cdot 1,16)}{T} + K_{motor} \cdot n_{cil}$$

P, Potencia del precalentador en Kw

T<sub>1</sub>=70°C, temperatura de precalentamiento

T<sub>0</sub> = 20°C, temperatura ambiente

W<sub>motor</sub>, = 184 t.

T= 12 h.= tiempo de calentamiento

V<sub>HT</sub> = Volumen de agua de HT → 2 m<sup>3</sup>

K<sub>motor</sub> = 3 Kw, coeficiente en función del motor

N<sub>cyl</sub> =12, número de cilindros

Potencia precalentador	153 kW
------------------------	--------

## 7.5 Sistema de exhaustación

Cada motor dispondrá de su propio circuito de exhaustación de gases de escape. El circuito requerirá un soportado y conductos flexibles para absorber las dilataciones. Los tensores elásticos evitarán la transmisión de vibraciones a la maquinaria.

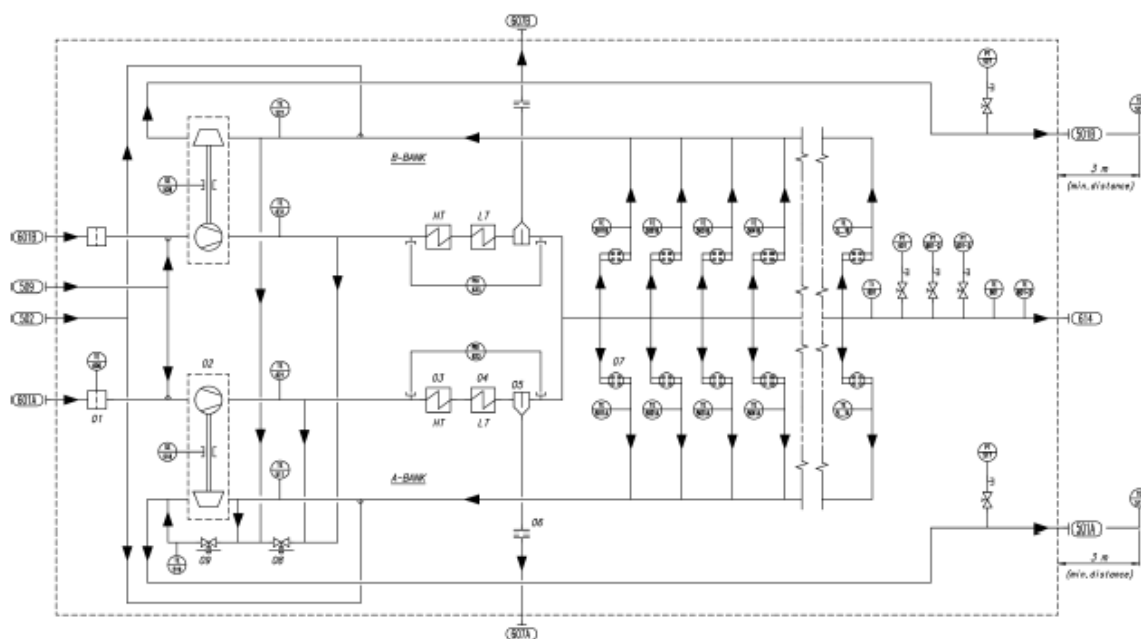
Se instalarán silenciadores tras la turbosoplante en la tubería conducidas al exterior. Una caldera aprovechará los gases de escape.

Las tuberías no excederán de la presión máxima de 2 bar en caso de explosión del gas, por ello contará con dispositivos de alivio como los discos de ruptura.

### 7.5.1 Descripción del sistema de exhaustación

La toma de aire de cada colector es enviada mediante el compresor a los enfriadores de alta y baja temperatura para después ser utilizado como aire de combustión en cada cilindro. Los gases de exhaustación accionan la turbina y vuelve a repetirse el ciclo en el circuito interno.

**Figura 12: Esquema modelo del sistema interno de exhaustación**



System components:					
01	Air filter	04	CAC (LT)	07	Cylinder head and valves
02	Turbocharger	05	Water mist catcher	08	Charge air by-pass valve
03	Charge air cooler (HT)	06	Orifice	09	Exh. gas wastegate valve

Pipe connections			
501A/B	Exhaust gas outlet	601A	Air inlet A-bank
502	Cleaning water to turbine	602B	Air inlet B-bank
509	Cleaning water to compressor	614	Scavenging air outlet
607A/B	Condensate after air cooler		

En el circuito externo se muestra la disposición de la instalación con conexiones flexibles para evitar problemas en la turbosoplante debidas a vibraciones. Las tuberías disponen de codos para permitir el acoplamiento con el resto de tubería y para evitar estancamientos de los gases.

### 7.5.2 Conducto de exhaustación

La tubería de expansión ha de ser lo más corta posible y las codos han de ser diseñados para minimizar las pérdidas de carga con radio  $< 1,5 D$ .

La velocidad recomendada por el fabricante oscilará entre 30-40 m/s a plena carga, se considera que la velocidad se reduce para mayores longitudes. El diámetro máximo (D) se estima con la siguiente expresión del fabricante:

$$V = \frac{4 \cdot m'}{1,3 \cdot \left(\frac{273}{273 + T}\right) \cdot \pi \cdot D^2}$$

$V = 40$  m/s velocidad de gases de escape.

$m' = 25,3$  Kg/s, flujo másico en modo diésel puesto es el valor más restrictivo.

$T = 354$  °C, temperatura de los gases de escape.

D, diámetro del conducto de exhaustación.

El valor resultante es:

$D = 1,193 \text{ m}$

El conducto estará aislado con un espesor mínimo de 30 mm. Sin embargo, el valor medio que recomienda el fabricante para 35 m/s en modo diésel será 1275 mm, por lo que se seleccionará silenciadores para MM.PP cumpliendo esta dimensión. para los motores auxiliares (Potencia de salida máxima de 1280 Kw) se recomienda para la misma velocidad, el diámetro de 400 mm.

### 7.5.3 Caldera de gases de escape

Se instalará una caldera en cada conducto de exhaustación de cada motor principal para aprovechar los gases de escape. Se opta por calderas de tubos de humos o tubulares por su mayor fiabilidad y sencillez.

El vapor producido se obtiene de lo siguiente:

$$q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \cdot \eta$$

$m = 22 \text{ kg/s}$ , flujo másico de gases de escape en condiciones de servicio (modo diésel)

$C_e = 0,25 \text{ Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ , calor específico de gases de escape

$\Delta T = 169$ , decremento de temperatura de gases de escape. La temperatura de salida se toma como  $185 ^\circ\text{C}$  y la de entrada a  $354 ^\circ\text{C}$ .

$\eta = 0,96$ , rendimiento de la caldera.

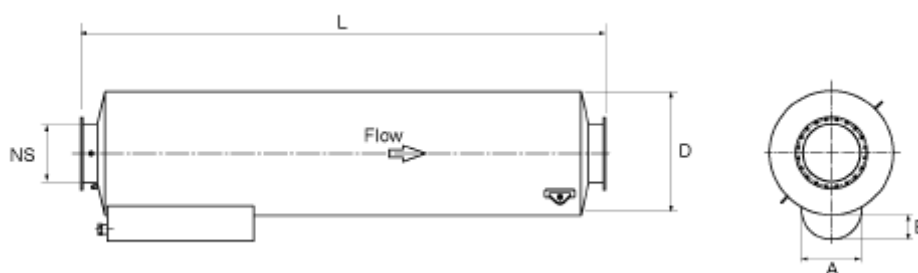
**Tabla 28: Características caldera de gases**

q (Kcal/s)	892,32
Capacidad de producción vapor unitario (Kg/h)	5257,5
Capacidad de producción vapor total (Kg/h)	21030

Los motores auxiliares no tendrán esta caldera.

### 7.5.4 Silenciadores

Se dispondrá de un silenciador a la salida de la caldera de cada motor. Tratará de atenuar el ruido de los gases de escape. Serán de tipo estándar con apagachispas, colector de hollín y sistema de drenaje de condensados. Atenuará el ruido a 35 dB (A).



**Tabla 30: Dimensiones de los silenciadores para 35 dB(A)**

Ns	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	L (mm)	Peso (Kg)
1400	950	1490	2680	2400	10165	7120

## 7.6 Sistema de Ventilación de la cámara de máquinas

Este sistema trata de ventilar el aire de combustión de la sala de máquinas y disipar el calor procedente de equipos y maquinaria para prevenir acumulación de gases tóxicos e inflamables.

De acuerdo a la norma UNE-EN-ISO 8861 donde indica Requisitos de diseño y bases de cálculo para la ventilación de motores diésel en todo tipo de aguas, se realizarán los cálculos para los espacios de la Cámara de Máquinas relativos a maquinaria propulsora principal y auxiliar, generadora de potencia, calderas y propulsores transversales.

Los espacios de máquinas de categoría A como: locales auxiliares de proa, de maquinaria hidráulica, separadoras, generador de emergencia o sala de control se basan en otros requerimientos.

Los ventiladores tendrán capacidad ligeramente mayor al máximo consumo de aire. Se ha de garantizar una presión menor a 50 Pa.

### 7.6.1 Cálculo de flujo de aire

El flujo de aire (Q) necesario de ventilación será el valor calculado más alto resultante de las siguientes fórmulas.

$$Q_a = q_c + q_h ; \quad Q_b = 1,5 \cdot q_c$$

Donde,

$q_c$  , flujo de aire para la combustión de los motores principales, auxiliares y calderas expresado en m<sup>3</sup>/s.

$q_h$  , flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor de equipos, tuberías de vapor o conductos del local expresado en m<sup>3</sup>/s.

La temperatura del aire exterior se toma a 35°C según norma y se considera un incremento de 11°C desde la aspiración hasta la entrada al guardacalor.

Los cálculos se basarán en el máximo régimen del motor trabajando simultáneamente en condiciones normales con un aumento de temperatura de 12,5 K.

### 7.6.2 Cálculo de flujo de aire para la combustión

La cantidad de flujo necesario para la combustión se debe a lo siguiente:

$$q_c = q_{MM.PP} + q_{MM.AA} + q_{Cald.}$$

En los siguientes subapartados se calcula los valores de la tabla.

**Tabla 30: Flujo de aire requerido**

MM.PP (q total)	85,57 m3/s
MM.AA (q total)	6,79 m3/s
Caldera (q total)	6,249 m3/s
$q_c$	98.609 m3/s

#### **7.6.2.1 Cálculo de flujo de aire para la combustión de MM.PP**

El flujo de aire se calcula en metros cúbicos por segundo como sigue:

$$q_{dp} = \frac{q_{dp} \times m_{ad}}{\rho}$$

Donde:

$P_{dp}$ ,= 13740 Kw potencia de servicio de motores a la máxima potencia de salida continua.

$m_{ad}$ ,= 0,0017 Kg/Kw·s aire necesario para la combustión del motor.

$\rho$  =1,13 Kg/m<sup>3</sup> densidad del aire a 35°C.

El caudal para todos los motores es:

$$q_{dp} = 82,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### **7.6.2.2 Cálculo de flujo de aire para la combustión de generadores**

El flujo de aire se calcula en metros cúbicos por segundo como sigue:

$$q_{dp} = \frac{q_{dg} \times m_{ad}}{\rho}$$

Donde:

$P_{dg}$ ,= 1280 Kw potencia de servicio de motores a la máxima potencia de salida continua.

$m_{ad}$ ,= 0,002 Kg/Kw·s aire necesario para la combustión del motor.

$\rho$  =1,13 Kg/m<sup>3</sup> densidad del aire a 35°C.

El caudal para todos los motores es:

$$q_{dp} = 6,79 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### **7.6.2.3 Cálculo de flujo de aire para la combustión de calderas**

Los datos de los motores son dados por el fabricante, en cambio para las calderas se calcula como:

$$q_{cald.} = \frac{m_s \cdot m_{fs} \cdot m_{af}}{\rho_{aire}}$$

$m_s = 5,8416$  capacidad de vapor total de la caldera en Kg/s

$m_{fs} = 0,077$  Kg. Comb./ Kg.vapor, capacidad de vapor de caldera

$m_{af} = 15,7$  kg/kg, aire necesario para la combustión

$\rho = 1,13$  Kg/m<sup>3</sup>, densidad del aire a 35°C.

$q_{cald} = 6,249$  m<sup>3</sup>/s

### 7.6.3 Cálculo de flujo de aire para evacuar el calor

La cantidad de calor a disipar,  $q_h$ , se calcula como:

$$q_h \left( \frac{m^3}{s} \right) = \frac{\phi_{MMPP} + \phi_{MMAA} + \phi_{CALD} + \phi_{tv} + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{te} + \phi_t + \phi_{otros}}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} - 0,4(q_{MMPP} + q_{MMAA}) - q_b$$

$\phi_{MMPP} = 406$  Kw, calor emitido por los motores principales

$\phi_{MMAA} = 336$  Kw, calor emitido por los motores auxiliares

$\phi_{CALD} = 0,867$  Kw, calor emitido por las calderas y calentadores de fluido térmico

$$\phi_{cald} = m_s \cdot m_{fs} \cdot h \cdot \frac{\Delta h}{100}$$

$\phi_{tv} = 10,368$  Kw, calor emitido por las tuberías de vapor y condensación

$\phi_g = 0$  KW, calor emitido por el generador eléctrico refrigerado por aire

$\phi_{el} = 320$  Kw, calor emitido de las instalaciones eléctricas.

$\phi_{te} = 6$  Kw, calor emitido por las tuberías de escape incluidas las calderas alimentadas por gas.

$\phi_t = 3$  Kw, calor emitido por tanques de calefacción

$\phi_{otros} = 22$  Kw, calor emitido por otros componentes

$C = 1,01$  Kj/(Kg·K), calor específico del aire

$\Delta T = 12,5$  K, aumento de la temperatura en la sala de máquinas.

El factor 0,4 se debe a la distribución de espacio.

Aplicando los valores indicados a la fórmula anterior se obtiene:

$$q = 34,207 \text{ m}^3/\text{s}$$



#### 7.6.4 Caudales de aire necesario

Siguiendo la norma, se aplica el apartado 7.6.1 obteniendo dos caudales:

Opción 1:

$$Q_a = q_c + q_h \ ; \ Q_a = 98,609 + 34,207 = \mathbf{132,816 \ m^3/s}$$

Opción 2:

$$Q_b = 1,5 \cdot q_c; \quad Q_b = 1.5 \cdot 98,609 = \mathbf{147,135 \ m^3/s}$$

Se determina que el caudal necesario de aire será **147,135 m<sup>3</sup>/s**

Para mantener una sobrepresión en el local, los ventiladores impulsarán aire con un salto de presión de 50 mm.c.a y extraerán para un salto de presión de 10 mm.c.a menor.

Se determina el caudal y el número de ventiladores partiendo del volumen y número de renovaciones recomendadas. En el cuaderno 6, se recogen los ventiladores y renovaciones de aire requeridos en cada espacio.

## 8. Bibliografía

- UNE-EN-ISO 886. Ventilación de la sala de máquinas de barcos de motor diésel. Requisitos de diseño y bases de cálculo. Ed. AENOR. Enero 1999.
- Wartsila Engines. Wasilla 46 DF product guide. Ed. Wartsila Finland. October 2014.
- Wartsila Engines. Wasilla 20 DF product guide. Ed. Wartsila Finland. February 2015.
- DNV-GL (2015). Rules for Classification and Construction Ship Technology .Part I, Chapter 2, Sec4. "Main shafting". Publicado por DNV-GL SE, Hamburg. July 2015
- Hagedorn, M. Wartsila. Presentación LNG shipping Rostock .Octubre 2014
- Soren Karisson, Leonardo Sonzio. Wartsila Technical Journal "Enabling the safe of gas onboard ships with the Wartsila LNGPac.(pp52-56). Enero 2010.

# **Anexo I:**

Características motores y generadores

## 1. Motores principales

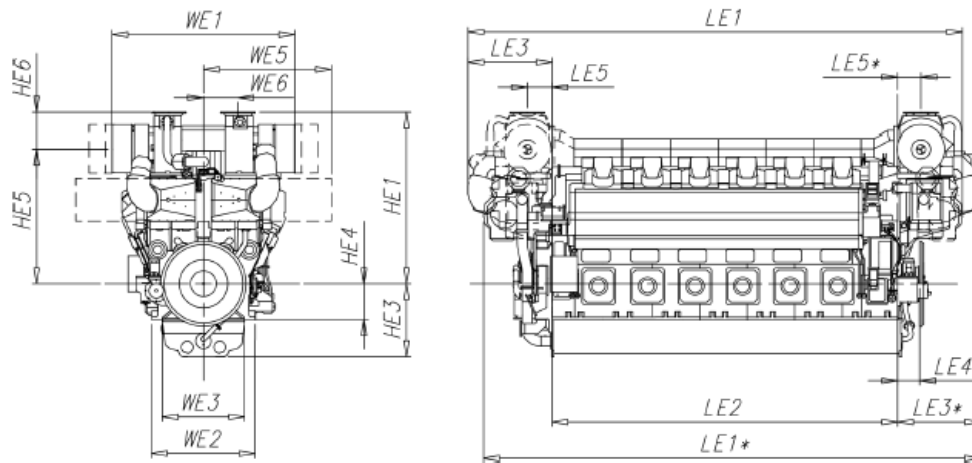


Fig 1.5.2 V-engines (DAAR038992)

Engine	LE1*	LE1	LE2	LE3*	LE3	LE4	LE5*	LE5	HE1	HE3
12V46DF*	11036	-	7600	1921	-	460	430	-	3670	1620
12V46DF	-	10375	7600	-	2043	485	-	684	3670	1620
14V46DF	-	11425	8650	-	2043	485	-	684	3670	1620
16V46DF	-	12687	9700	-	2347	485	-	689	3860	1620

Engine	HE4	HE5	HE6	WE1	WE2	WE3	WE5	WE6	Weight [ton]
12V46DF*	800	3020	650	4555	2290	1820	3225	781	184
12V46DF	800	3020	650	4555	2290	1820	3225	781	184
14V46DF	800	3020	650	4555	2290	1820	3225	781	223
16V46DF	800	3110	750	5174	2290	1820	3225	858	235

\* Turbocharger at driving end

All dimensions in mm. The weights are dry weights of rigidly mounted engines without flywheel.

Table 1.5.2 Additional weights [ton]:

Item	12V46DF	14V46DF	16V46DF
Flywheel	1...2	1...2	1...2
Flexible mounting (without limiters)	3	3	3

## Wärtsilä 12L46DF

Wärtsilä 12V46DF		ME		DE	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	1145		1145	
Engine speed	rpm	600		600	
Engine output	kW	13740		13740	
Mean effective pressure	MPa	2.38		2.38	
Combustion air system (Note 1)					
Flow at 100% load	kg/s	22.1	24.6	22.1	24.6
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45		45	
Temperature after air cooler, nom. (TE 601)	°C	45	50	45	50
Exhaust gas system (Note 2)					
Flow at 100% load	kg/s	22.7	25.3	22.7	25.3
Flow at 75% load	kg/s	17.4	19.8	17.2	20.6
Flow at 50% load	kg/s	-	14.3	-	17.8
Temperature after turbocharger at 100% load (TE 517)	°C	354	354	354	354
Temperature after turbocharger at 75% load (TE 517)	°C	373	399	405	377
Temperature after turbocharger at 50% load (TE 517)	°C	-	345	-	320
Backpressure, max.	kPa	4		4	
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	1207	1275	1207	1275
Heat balance at 100% load (Note 3)					
Jacket water, HT-circuit	kW	1392	2208	1380	2208
Charge air, HT-circuit	kW	3012	3672	3012	3672
Charge air, LT-circuit	kW	1212	1380	1212	1380
Lubricating oil, LT-circuit	kW	936	1656	936	1656
Radiation	kW	396	406	396	406
Fuel consumption (Note 4)					
Total energy consumption at 100% load	kJ/kWh	7290	-	7290	-
Total energy consumption at 75% load	kJ/kWh	7450	-	7610	-
Total energy consumption at 50% load	kJ/kWh	7910	-	8250	-
Fuel gas consumption at 100% load	kJ/kWh	7248	-	7248	-
Fuel gas consumption at 75% load	kJ/kWh	7387	-	7551	-
Fuel gas consumption at 50% load	kJ/kWh	7776	-	8105	-
Fuel oil consumption at 100% load	g/kWh	1.0	186	1.0	185
Fuel oil consumption at 75% load	g/kWh	1.3	193	1.3	198
Fuel oil consumption 50% load	g/kWh	3.2	196	3.4	204
Fuel gas system (Note 5)					
Gas pressure at engine inlet, min (PT901)	kPa (a)	517	-	517	-
Gas pressure to Gas Valve unit, min	kPa (a)	517	-	517	-
Gas temperature before Gas Valve Unit	°C	0...60	-	0...60	-

Wärtsilä 12V46DF		ME		DE	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	1145		1145	
Engine speed	rpm	600		600	
Fuel oil system					
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	800±0		800±0	
Fuel oil flow to engine, approx	m³/h	14.4		14.3	
HFO viscosity before the engine	cSt	-	16...24	-	16...24
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	-	140	-	140
MDF viscosity, min.	cSt	2.0		2.0	
Max. MDF temperature before engine (TE 101)	°C	40		40	
Leak fuel quantity (HFO), clean fuel at 100% load	kg/h	-	9.0	-	9.0
Leak fuel quantity (MDF), clean fuel at 100% load	kg/h	22.2	45.0	24.1	45.0
Pilot fuel (MDF) viscosity before the engine	cSt	2...11		2...11	
Pilot fuel pressure at engine inlet (PT 112)	kPa	400...800		400...800	
Pilot fuel pressure drop after engine, max	kPa	150		150	
Pilot fuel return flow at 100% load	kg/h	300		300	
Lubricating oil system					
Pressure before bearings, nom. (PT 201)	kPa	450		450	
Pressure after pump, max.	kPa	800		800	
Suction ability, including pipe loss, max.	kPa	40		40	
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	80		80	
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	56		56	
Temperature after engine, approx.	°C	75		75	
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	306		260	
Pump capacity (main), electrically driven	m³/h	259		259	
Oil flow through engine	m³/h	200		200	
Priming pump capacity (50/60Hz)	m³/h	60.0 / 60.0		60.0 / 60.0	
Oil volume in separate system oil tank	m³	23		23	
Oil consumption at 100% load, approx.	g/kWh	0.7		0.7	
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	3540		3540	
Crankcase volume	m³	4.2		4.2	
Crankcase ventilation backpressure, max.	Pa	300		300	
Oil volume in turning device	l	68.0...70.0		68.0...70.0	
Oil volume in speed governor	l	7.1		7.1	
HT cooling water system					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	250 + static		250 + static	
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	530		530	
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	74		74	
Temperature after charge air cooler, nom.	°C	91		91	
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	240		240	
Pressure drop over engine, total	kPa	100		100	
Pressure drop in external system, max.	kPa	150		150	
Pressure from expansion tank	kPa	70...150		70...150	

Wärtsilä 12V46DF		ME		DE	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	1145		1145	
Engine speed	rpm	600		600	
Water volume in engine	m³	2.0		2.0	
LT cooling water system					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 471)	kPa	250+ static		250+ static	
Pressure at engine, after pump, max. (PT 471)	kPa	530		530	
Temperature before engine, max. (TE 471)	°C	38		38	
Temperature before engine, min. (TE 471)	°C	25		25	
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	240		240	
Pressure drop over charge air cooler	kPa	50		50	
Pressure drop in external system, max.	kPa	200		200	
Pressure from expansion tank	kPa	70...150		70...150	
Starting air system (Note 6)					
Pressure, nom. (PT 301)	kPa	3000		3000	
Pressure at engine during start, min. (20 °C)	kPa	1500		1500	
Pressure, max. (PT 301)	kPa	3000		3000	
Low pressure limit in starting air vessel	kPa	1800		1800	
Consumption per start at 20 °C (successful start)	Nm³	12.0		12.0	
Consumption per start at 20 °C (with slowturn)	Nm³	15.0		15.0	

**Notes:**

- Note 1 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance 5%.
- Note 2 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Flow tolerance 5% and temperature tolerance 15°C.
- Note 3 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance for cooling water heat 10%, tolerance for radiation heat 30%. Fouling factors and a margin to be taken into account when dimensioning heat exchangers.
- Note 4 According to ISO 15550, lower calorific value 42700 kJ/kg, with engine driven pumps (two cooling water + one lubricating oil pumps). Tolerance 5%. The fuel consumption at 85 % load is guaranteed and the values at other loads are given for indication only.
- Note 5 Fuel gas pressure given at LHV  $\geq 36\text{MJ/m}^3\text{N}$ . Required fuel gas pressure depends on fuel gas LHV and need to be increased for lower LHV's. Pressure drop in external fuel gas system to be considered. See chapter Fuel system for further information.
- Note 6 At manual starting the consumption may be 2...3 times lower.

ME = Engine driving propeller, variable speed

DE = Diesel-Electric engine driving generator

## 2. Grupos Generadores

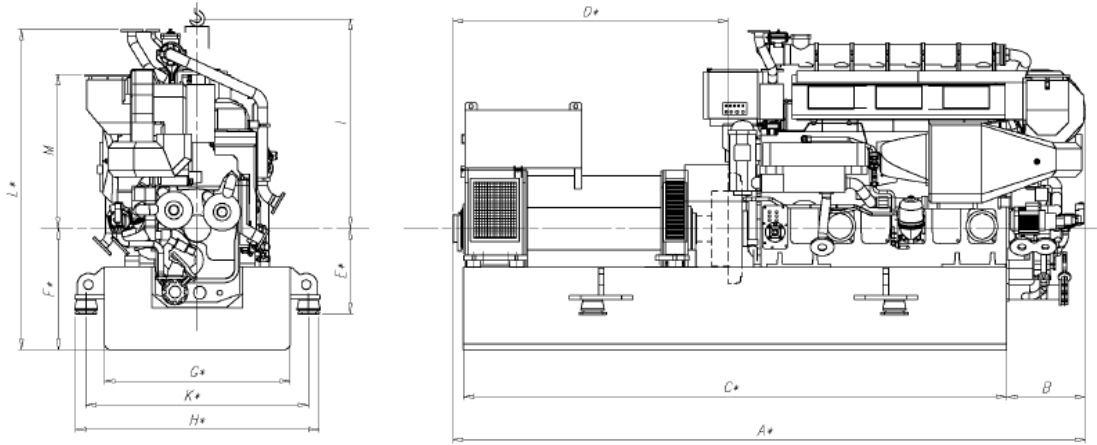


Fig 1.6.2.1      Generating sets (DAAF014947A)

Engine type	A*	B	C*	D*	E*	F*	G*	H*	I	K*	L*	M*	Weight*
W 6L20DF	5325	663	4575	2300	725	895 975 1025	1270 1420 1570	1770 1920 2070	1800	1580 1730 1880	2605 2681 2731	1299	16.9
W 8L20DF	6030	731	5100	2310	725	1025 1075	1420 1570	1920 2070	1800	1730 1880	2731 2781	1390	20.8
W 9L20DF	6535	731	5400	2580	725	1075 1125	1570 1800	2070 2300	1800	1880 2110	2781 2831	1390	23.9



Wärtsilä 6L20DF		AE/DE IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		ME IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		ME IMO Tier 2	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	146		176		176		100		185		185	
Engine speed	rpm	1000		1200		1200		1000		1200		1200	
Engine output	kW	876		1056		1056		960		1110		1110	
Mean effective pressure	MPa	1.99		2.0		2.0		2.18		2.1		2.1	
Combustion air system (Note 1)													
Flow at 100% load	kg/s	1.5	1.8	1.8	2.3	1.8	2.3	1.6	1.9	1.8	2.2	1.8	2.3
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45		45		45		45		45		45	
Temperature after air cooler (TE 601)	°C	45	50	45	50	45	50	45	50	45	50	45	50
Exhaust gas system (Note 2)													
Flow at 100% load	kg/s	1.5	1.9	1.8	2.3	1.8	2.3	1.6	2.0	1.8	2.3	1.8	2.4
Flow at 75% load	kg/s	1.2	1.4	1.5	1.8	1.4	1.6	1.2	1.5	1.5	1.7	1.4	1.6
Flow at 50% load	kg/s	0.9	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1
Temperature after turbocharger at 100% load (TE 517)	°C	372	310	350	322	362	312	365	325	360	340	360	335
Temperature after turbocharger at 75% load (TE 517)	°C	382	320	367	331	358	341	410	340	380	350	375	365
Temperature after turbocharger at 50% load (TE 517)	°C	382	348	387	353	337	370	440	350	410	370	405	390
Backpressure, max.	kPa	3		3		3		4		4		4	
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	315	335	339	377	342	374	323	347	342	380	342	383
Heat balance at 100% load (Note 3)													
Jacket water, HT-circuit	kW	183	189	220	232	220	242	195	209	230	244	230	245
Charge air, LT-circuit	kW	208	296	300	413	282	432	250	330	290	450	310	470
Lubricating oil, LT-circuit	kW	116	131	140	160	140	167	135	140	160	167	160	167
Radiation	kW	44	49	52	62	52	62	45	45	50	50	50	50
Fuel consumption (Note 4)													
Total energy consumption at 100% load	kJ/kWh	8540	-	8710	-	8710	-	7980	-	8130	-	8170	-
Total energy consumption at 75% load	kJ/kWh	9370	-	9640	-	9110	-	8560	-	8680	-	8600	-
Total energy consumption at 50% load	kJ/kWh	10240	-	10920	-	10320	-	9400	-	9500	-	9270	-
Fuel gas consumption at 100% load	kJ/kWh	8293	-	8500	-	8500	-	7809	-	7941	-	7980	-
Fuel gas consumption at 75% load	kJ/kWh	9036	-	9361	-	8840	-	8329	-	8433	-	8347	-
Fuel gas consumption at 50% load	kJ/kWh	9722	-	10516	-	9913	-	9208	-	9293	-	9064	-
Fuel oil consumption at 100% load	g/kWh	5.8	194	4.8	203	4.8	204	3.9	195	4.3	203	4.3	204
Fuel oil consumption at 75% load	g/kWh	7.9	197	6.3	204	6.3	200	5.3	196	5.8	204	5.8	200
Fuel oil consumption 50% load	g/kWh	12.1	206	9.5	216	9.5	204	4.3	206	4.8	216	4.8	204
Fuel gas system (Note 5)													
Gas pressure at engine inlet, min (PT901)	kPa (a)	520	-	550	-	550	-	520	-	550	-	550	-

Anexo I: Características motores y generadores  
Noelia López Puentenuueva

Wärtsilä 6L20DF		AE/DE IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		ME IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		ME IMO Tier 2	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	146		176		176		160		185		185	
Gas pressure to Gas Valve unit, min	kPa (a)	640	-	670	-	670	-	640	-	670	-	670	-
Gas temperature before Gas Valve Unit	°C	0...60	-	0...60	-	0...60	-	0...60	-	0...60	-	0...60	-
Fuel oil system													
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±50		700±50		700±50		700±50		700±50		700±50	
Fuel oil flow to engine, approx	m³/h	1.0		1.2		1.2		1.1		1.3		1.3	
HFO viscosity before the engine	cSt	-	16...24	-	16...24	-	16...24	-	16...24	-	16...24	-	16...24
MDF viscosity, min.	cSt	1.8		1.8		1.8		1.8		1.8		1.8	
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	-	140	-	140	-	140	-	140	-	140	-	140
Leak fuel quantity (HFO), clean fuel at 100% load	kg/h	-	0.7	-	0.9	-	0.9	-	0.8	-	0.9	-	0.9
Leak fuel quantity (MDF), clean fuel at 100% load	kg/h	1.8	3.6	2.2	4.5	2.3	4.5	2.0	3.9	2.4	4.7	2.4	4.8
Pilot fuel (MDF) viscosity before the engine	cSt	1.8...11.0		1.8...11.0		1.8...11.0		1.8...11.0		1.8...11.0		1.8...11.0	
Pilot fuel pressure at engine inlet (PT 112)	kPa	-20...20		-20...20		-20...20		-20...20		-20...20		-20...20	
Pilot fuel pressure drop after engine, max	kPa	13		13		13		13		13		13	
Lubricating oil system													
Pressure before bearings, nom. (PT 201)	kPa	450		450		450		450		450		450	
Suction ability, including pipe loss, max.	kPa	20		20		20		20		20		20	
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	80		80		80		80		80		80	
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	66		66		66		66		66		66	
Temperature after engine, approx.	°C	78		78		78		78		78		78	
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	34		34		48		34		34		48	
Pump capacity (main), electrically driven	m³/h	21		21		21		21		21		21	
Priming pump capacity (50/60Hz)	m³/h	8.6 / 10.5		8.6 / 10.5		8.6 / 10.5		8.6 / 10.5		8.6 / 10.5		8.6 / 10.5	
Oil volume, wet sump, nom.	m³	0.38		0.38		0.38		0.38		0.38		0.38	
Oil volume in separate system oil tank	m³	2		2		2		2		2		2	
Oil consumption at 100% load, approx.	g/kWh	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	726		726		726		726		726		726	
Crankcase ventilation backpressure, max.	Pa	300		300		300		300		300		300	
Oil volume in speed governor	l	1.4...2.2		1.4...2.2		1.4...2.2		1.4...2.2		1.4...2.2		1.4...2.2	
HT cooling water system													
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	200 + static		200 + static		200 + static		200 + static		200 + static		200 + static	
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	500		500		350		500		500		350	
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	83		83		83		83		83		83	
Temperature after engine, nom.	°C	91		91		91		91		91		91	
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	30		30		30		30		30		30	
Pressure drop over engine, total	kPa	90		90		90		90		90		90	
Pressure drop in external system, max.	kPa	150 (1.5)		150 (1.5)		150 (1.5)		150 (1.5)		150 (1.5)		150 (1.5)	
Pressure from expansion tank	kPa	70...150		70...150		70...150		70...150		70...150		70...150	
Water volume in engine	m³	0.12		0.12		0.12		0.12		0.12		0.12	
Delivery head of stand-by pump	kPa	200		200		200		200		200		200	
LT cooling water system													
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 471)	kPa	200+ static		200+ static		200+ static		200+ static		200+ static		200+ static	
Pressure at engine, after pump, max. (PT 471)	kPa	500		500		350		500		500		350	

Wärtsilä 6L200F		AE/DE IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		ME IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		AE/DE IMO Tier 2		ME IMO Tier 2	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
<b>Cylinder output</b>	<b>kW</b>	<b>146</b>	<b>176</b>	<b>176</b>	<b>176</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>165</b>	<b>165</b>	<b>165</b>	<b>165</b>
Temperature before engine, max. (TE 471)	°C	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Temperature before engine, min. (TE 471)	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	36	39	39	39	36	36	36	36	39	39	39	39
Pressure drop over charge air cooler	kPa	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Pressure drop in external system, max.	kPa	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)	120 (1.2)
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150
Delivery head of stand-by pump	kPa	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
<b>Starting air system</b>													
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Pressure, max.	kPa	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Low pressure limit in air vessels	kPa	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Starting air consumption, start (successful)	Nm³	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

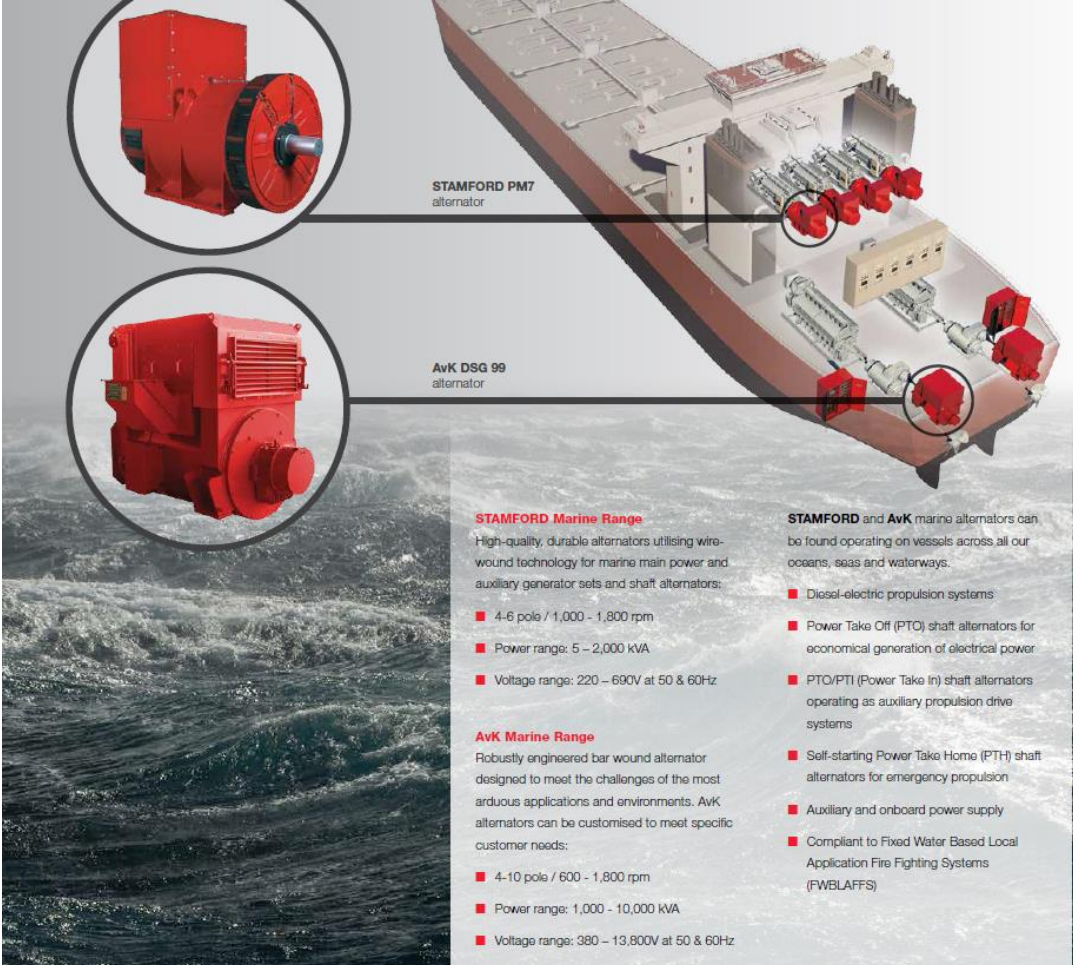
**Notes:**

- Note 1 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance 5%.
- Note 2 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Flow tolerance 5% and temperature tolerance 15°C.
- Note 3 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance for cooling water heat 10%, tolerance for radiation heat 30%. Fouling factors and a margin to be taken into account when dimensioning heat exchangers.
- Note 4 At ambient conditions according to ISO 15550 and receiver temperature 45 °C. Lower calorific value 42 700 kJ/kg for pilot fuel and 49 620 kJ/kg for gas fuel. With engine driven pumps (two cooling water pumps, one lubricating oil pump and pilot fuel pump). Tolerance 5%.
- Note 5 Fuel gas pressure given at LHV = 36MJ/m³N. Required fuel gas pressure depends on fuel gas LHV and need to be increased for lower LHV's. Pressure drop in external fuel gas system to be considered. See chapter Fuel system for further information.

ME = Engine driving propeller, variable speed  
AE = Auxiliary engine driving generator  
DE = Diesel-Electric engine driving generator

Subject to revision without notice.

### 3. Grupos Generadores



**STAMFORD PM7**  
alternator

**AvK DSG 99**  
alternator

**STAMFORD Marine Range**  
High-quality, durable alternators utilising wire-wound technology for marine main power and auxiliary generator sets and shaft alternators:

- 4-6 pole / 1,000 - 1,800 rpm
- Power range: 5 - 2,000 kVA
- Voltage range: 220 - 690V at 50 & 60Hz

**AvK Marine Range**  
Robustly engineered bar wound alternator designed to meet the challenges of the most arduous applications and environments. AvK alternators can be customised to meet specific customer needs:

- 4-10 pole / 600 - 1,800 rpm
- Power range: 1,000 - 10,000 kVA
- Voltage range: 380 - 13,800V at 50 & 60Hz

**STAMFORD and AvK** marine alternators can be found operating on vessels across all our oceans, seas and waterways.

- Diesel-electric propulsion systems
- Power Take Off (PTO) shaft alternators for economical generation of electrical power
- PTO/PTI (Power Take In) shaft alternators operating as auxiliary propulsion drive systems
- Self-starting Power Take Home (PTH) shaft alternators for emergency propulsion
- Auxiliary and onboard power supply
- Compliant to Fixed Water Based Local Application Fire Fighting Systems (FWBLAFFS)



Anexo I: Características motores y generadores

Noelia López Puentenueva

	PM0/1	UCM22	UCM27	HCM4	HCM5	D50 62	HCM6	D50 74	PM7	D50 86	D50 99	D50 114	D50 125	D50 144	DIG 110	DIG 120	DIG 130	DIG 140	DIG 150	DIG 156
Poles	4	4	4	4	4	4	4	4/6/8	4	4/6/8/10	4/6/8/10	4/6/8/10	8/10	10	4/6	4/6	4/6/8	4/6/8	4/6/8	4/6/8/10
Max kVA Rating 50/60Hz	38/ 49	72/ 91	195/ 213	340/ 425	565/ 725	885/ 1065	930/ 1220	1615/ 1940	1740/ 2040	2555/ 2915	4020/ 4530	4370/ 5190	6115/ 7430	6300	1015/ 1220	1625/ 2440	3615/ 3760	4320/ 4980	6955/ 7610	9115/ 10340
Technology																				
Wire Wound	•	•	•	•	•		•		•											
Bar Wound						•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Voltage																				
Low	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
Medium															•	•	•	•	•	•
High															•	•	•	•	•	•
Bearings																				
Single bearing / SAE coupling disc	•	•	•	•	•		•		•											
Double bearing arrangement	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Enclosure & Cooling																				
IP23 SOLAS			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
IP44 Open Ventilated						Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ			•	•	•			
IP44 Water Cooled						Δ		Δ		Δ	Δ	Δ	•	•	•	•	•	•	•	•
Air Inlet Filter		Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ								
Excitation Systems																				
EBS	•																			
PMG		•	•	•	•	Δ	•	Δ	•	Δ	Δ				Δ	Δ				
Auxiliary Winding						•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Marine Application																				
Auxiliary	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Shaft (PTO)		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Shaft (PTI)		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
Shaft (PTH)					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
DEP				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

•

Key

Standard

Δ

Option

## 4. Reductor

### Reduction gears

The Rolls-Royce reduction gear range is of the proven single-input single-output design with built-in clutch and thrust block. They have a variety of power take-offs that enable large shaft generators to be driven, and electric motors to feed in power for get-you-home propulsion or as part of a hybrid system. Power, torque and shaft offsets correspond to current and anticipated market demands in terms of engine power/speed and propeller revolutions for a wide range of vessels. Large reduction ratios allow for all popular medium speed engines and give slow and efficient propeller speeds. They can be specified with one-step reduction up to 6.25:1 and two-step reduction with max. ratio up to 12:1.

**AGHC type: max. torque output - 90 to 950 kNm**

- Available with a range of both vertical and horizontal shaft offsets
- Four configurations can be specified:
  - Standard AGHC
  - P – with primary PTI/PTO
  - S – with secondary PTO
  - SC – with secondary PTO & clutch



Standard AGHC vertical offset reduction gear.



Vertical offset AGHC-P with primary PTI/PTO.



Vertical offset AGHC-S /SC with secondary PTO.



Standard horizontal offset AGHC reduction gear.



Horizontal offset AGHC-P with primary PTI/PTO.



Horizontal offset AGHC-S/SCP with secondary PTO.

**Technical data**

Technical data	AGHC/AGSC	AGSC-P	AGSC-S/SC
Max. Torque in (Nm)	23000 - 235000	23000 - 235000	23000 - 235000
Max. Torque out (Nm)	90000 - 950000	90000 - 950000	90000 - 950000
Reduction ratio, min. one step	1.8:1	1.8:1	1.8:1
Reduction ratio, max. two step	12:1	12:1	12:1
Weight (dry), kg	3000 - 27800	3300 - 28800	3300 - 28800
Gearbox PTO transmitted power, kW	-	800 - 4000	800 - 2400
PTO/PTI speed, rpm	-	1200 - 1800	1200 - 1800
Max. step up ratio	-	1:3	1:3
Min. step up ratio	-	1:1	1:1.33

All data subject to change without prior notice

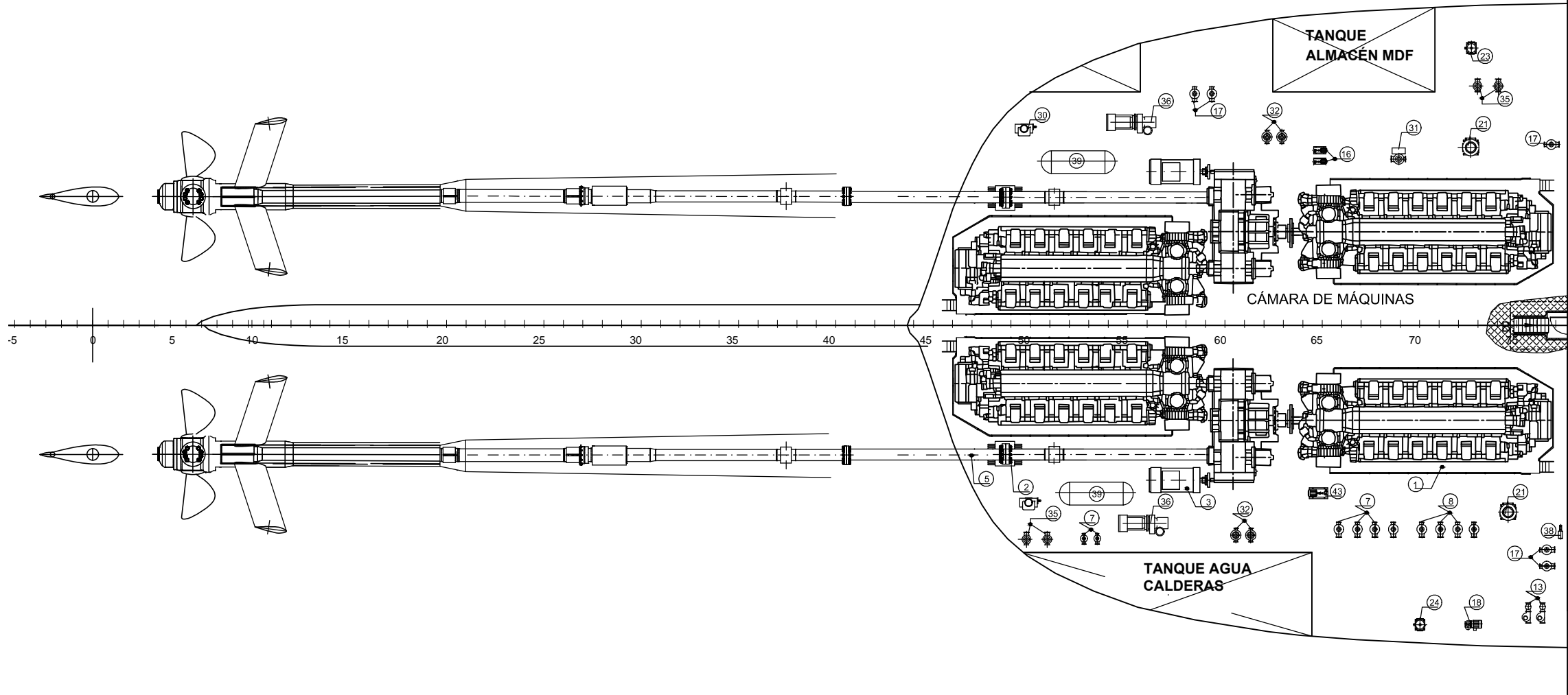
## **Anexo II:**

Plano de Cámara de Máquinas

# CUBIERTA 1

2000 mm. sobre L.B.


243 metros calle



## CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	aprox. 190,09 m
ESLORA ENTRE PP	179,7 m
MANGA TRAZADO	25,2 m
PUNTAL A CUBIERTA 3	8,3 m
CALADO DE DISEÑO	6,2 m

1	4	MOTORES PROPULSORES PRINCIPALES
2	2	REDUCTORA
3	2	GENERADOR DE COLA (PTO/PTI)
4	2	EJE DE COLA
5	2	EJE INTERMEDIO
6	3	GRUPO DE GENERADORES
7	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT
8	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT
9	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT (RESPETO)
10	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT (RESPETO)
11	2	ENFRIADOR AD LT
12	2	ENFRIADOR AD HT
13	2	BOMBAS DE BALDEO Y CI
14	1	BOMBA CI DE EMERGENCIA
15	2	BACEITE MM,AA DE PRELUBRICACIÓN Y LUBRICACIÓN
16	4	BACEITE DE PRELUBRICACIÓN DE MM,PP
17	3	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS
18	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS GENERADOR AD
19	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS GAMBUZA FRIA
20	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS AIRE ACONDICIONADO
21	2	BOMBA DE LUBRICACIÓN MM,PP (RESPETO)
22	6	SEPARADORAS LUBRICANTE DE MM,PP Y MM,AA
23	5	SEPARADORAS COMBUSTIBLE DE MM,PP Y MM,AA
24	2	BOMBA DE TRASIEGO MDF
25	1	BOTELLA DE AIRE ARRANQUE PARA OTROS SERVICIOS
26	1	GENERADOR AD
27	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS MM,AA
28	2	BOMBA DE AGUA ALIMENTACIÓN DE CALDERAS
29	1	CALDERA AUXILIAR
30	3	BOMBA DE DESCARGA DE SENTINAS (ALTERNATIVAS)
31	2	BOMBA DE SENTINAS (CENTRÍFUGAS)
32	6	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE CARGA
33	2	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE HABILITACIÓN
34	1	SEPARADOR DE SENTINAS
35	4	BOMBA DE LASTRE
36	2	COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE
37	1	COMPRESOR DE AIRE DE EMERGENCIA
38	1	BOMBA DE TANQUE DRENAJES
39	2	BOMBA DE AIRE MM,PP
40	1	BOMBA DE AIRE MM,AA
41	1	CLIMATIZADOR DE SALA DE CONTROL
42	2	DISPOSITIVO DE BLOQUEO
43	2	BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE REDUCTORES
44	1	BOMBA DE LODOS
45	1	POTABILIZADORA
46	1	PLANTA SÉPTICA
47	2	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA
48	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
49	2	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AGUA FRIA SANITARIA
50	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
51	1	BOMBA Y T. HIDRÓFORO AD FRIA
52	1	BOMBA AS SANITARIA
53	1	BOMBA AGUA POTABLE
54	1	BOMBA DE DESCARGA AGUAS GRISES
55	2	CALDERA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN
56	4	SILENCIADOR DE MM,PP
57	3	SILENCIADOR DE MM,AA
MARCA	CANT.	DENOMINACION

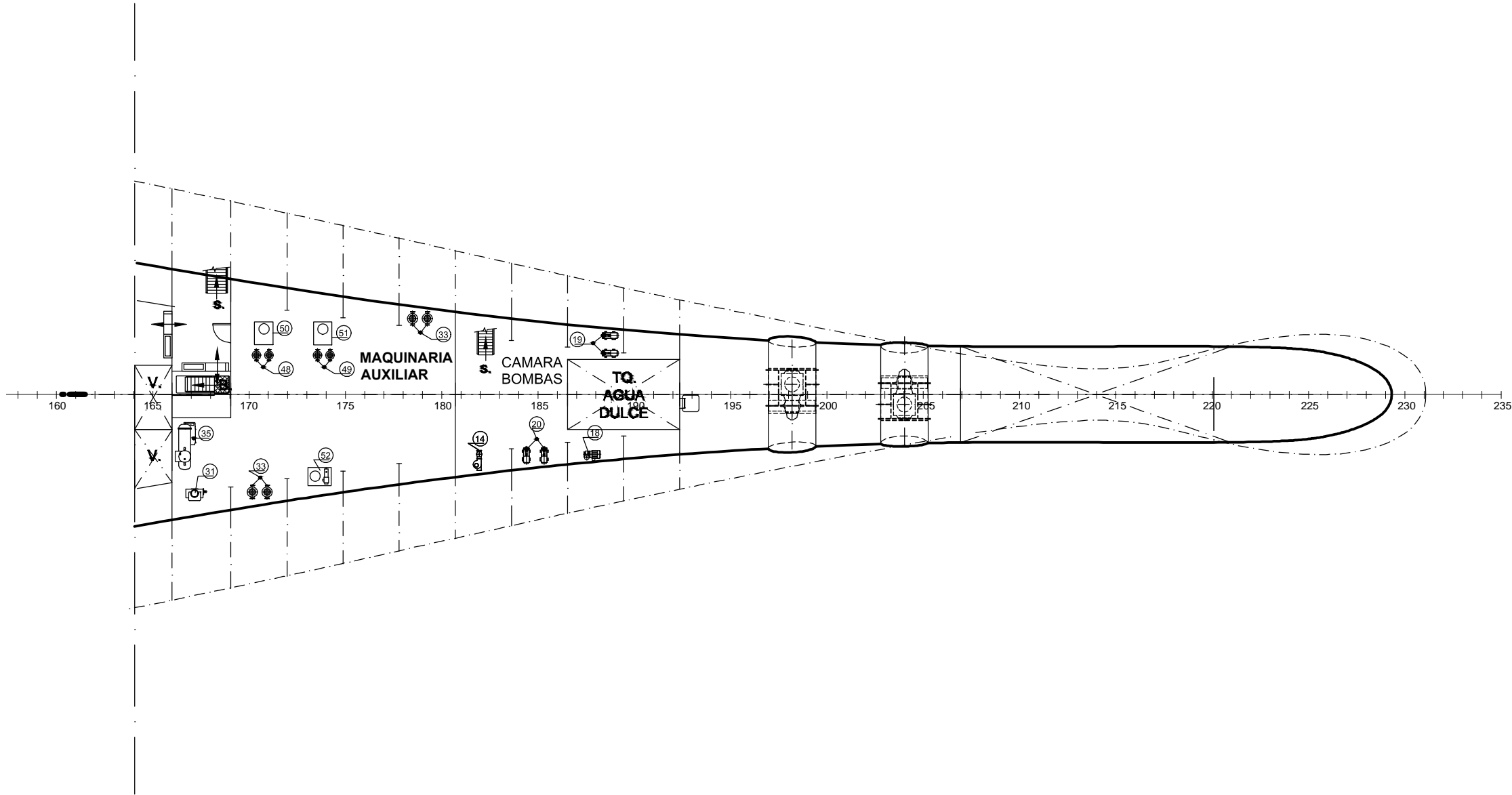
Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:
Noelia López Puentenueva				Nº17-26
Proyecto:	Ro-ro 2800 ml			Curso:
				2017 -18
Título:	Disposición Cámara de Máquinas			Nº Plano:
				1
	Fecha:	Escala:	Hoja:	
	31/10/2015	1:200	1/5	




CUBIERTA 1

2000 mm. sobre L.B.

243 metros calle

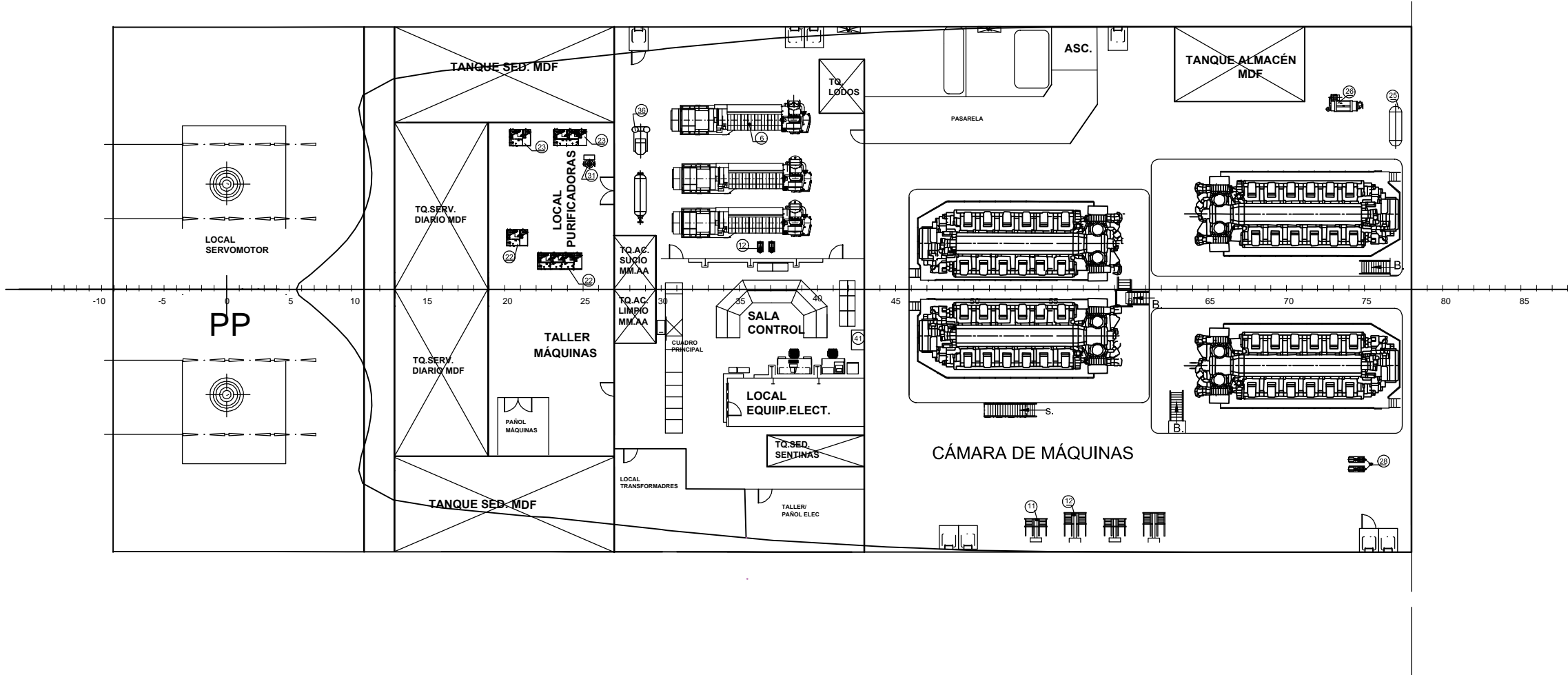


1	4	MOTORES PROPULSORES PRINCIPALES
2	2	REDUCTORA
3	2	GENERADOR DE COLA (PTO/PTI)
4	2	EJE DE COLA
5	2	EJE INTERMEDIO
6	3	GRUPO DE GENERADORES
7	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT
8	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT
9	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT (RESPETO)
10	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT (RESPETO)
11	2	ENFRIADOR AD LT
12	2	ENFRIADOR AD HT
13	2	BOMBAS DE BALDEO Y CI
14	1	BOMBA CI DE EMERGENCIA
15	2	3,ACEITE MM,AA DE PRELUBRICACIÓN Y LUBRICACIÓN
16	4	3,ACEITE DE PRELUBRICACIÓN DE MM,PP
17	3	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS
18	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS GENERADOR AD
19	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS GAMBUZA FRIA
20	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS AIRE ACONDICIONADO
21	2	BOMBA DE LUBRICACIÓN MM,PP (RESPETO)
22	6	SEPARADORAS LUBRICANTE DE MM,PP Y MM,AA
23	5	SEPARADORAS COMBUSTIBLE DE MM,PP Y MM,AA
24	2	BOMBA DE TRASIEGO MDF
25	1	BOTELLA DE AIRE ARRANQUE PARA OTROS SERVICIOS
26	1	GENERADOR AD
27	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS MM,AA
28	2	BOMBA DE AGUA ALIMENTACIÓN DE CALDERAS
29	1	CALDERA AUXILIAR
30	3	BOMBA DE DESCARGA DE SENTINAS (ALTERNATIVAS)
31	2	BOMBA DE SENTINAS (CENTRIFUGAS)
32	6	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE CARGA
33	2	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE HABILITACIÓN
34	1	SEPARADOR DE SENTINAS
35	4	BOMBA DE LASTRE
36	2	COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE
37	1	COMPRESOR DE AIRE DE EMERGENCIA
38	1	BOMBA DE TANQUE DRENAJES
39	2	BOMBA DE AIRE MM,PP
40	1	BOMBA DE AIRE MM,AA
41	1	CLIMATIZADOR DE SALA DE CONTROL
42	2	DISPOSITIVO DE BLOQUEO
43	2	BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE REDUCTORES
44	1	BOMBA DE LODOS
45	1	POTABILIZADORA
46	1	PLANTA SÉPTICA
47	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA
48	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
49	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA FRIA SANITARIA
50	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
51	1	BOMBA Y T. HIDRÓFORO AD FRIA
52	1	BOMBA AS SANITARIA
53	1	BOMBA AGUA POTABLE
54	1	BOMBA DE DESCARGA AGUAS GRISES
55	2	CALDERA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN
56	4	SILENCIADOR DE MM,PP
57	3	SILENCIADOR DE MM,AA
MARCA	CANT.	DENOMINACION

Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:
Noelia López Puentenueva				Nº17-26
Proyecto:	Ro-ro 2800 ml	Curso:	2017-18	Nº Plano:
				1
Título:	Disposición Cámara de Máquinas	Fecha:	31/10/2017	Hoja:
				2/5

CUBIERTA 2

4200/5160 mm. sobre L.B.

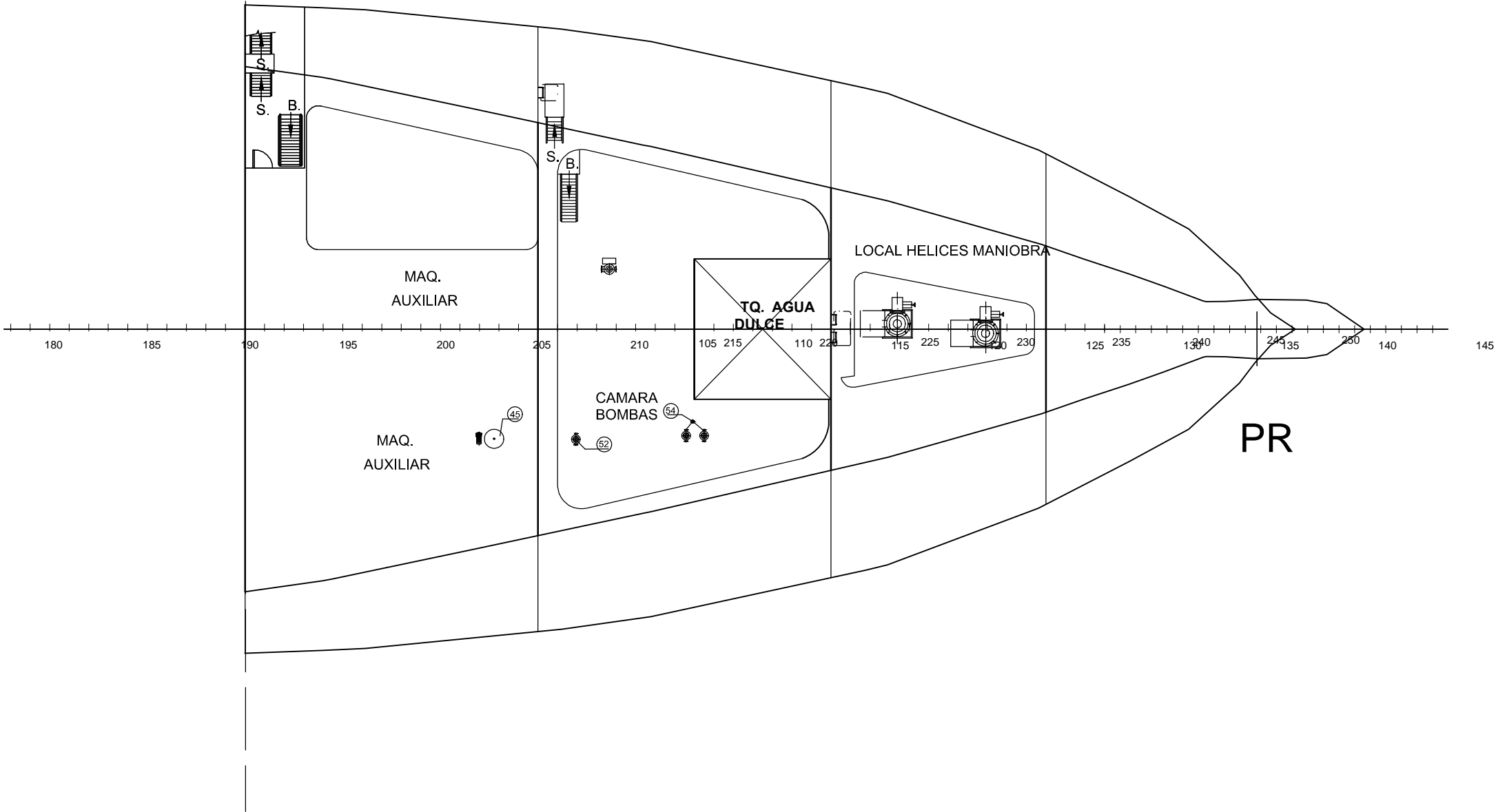


1	4	MOTORES PROPULSORES PRINCIPALES
2	2	REDUCTORA
3	2	GENERADOR DE COLA (PTO/PTI)
4	2	EJE DE COLA
5	2	EJE INTERMEDIO
6	3	GRUPO DE GENERADORES
7	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT
8	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT
9	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT (RESPETO)
10	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT (RESPETO)
11	2	ENFRIADOR AD LT
12	2	ENFRIADOR AD HT
13	2	BOMBAS DE BALDEO Y CI
14	1	BOMBA CI DE EMERGENCIA
15	2	B.ACEITE MM.AA DE PRELUBRICACIÓN Y LUBRICACIÓN
16	4	B.ACEITE DE PRELUBRICACIÓN DE MM.PP
17	3	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS
18	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS GENERADOR AD
19	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS GAMBUZA FRIA
20	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS AIRE ACONDICIONADO
21	2	BOMBA DE LUBRICACIÓN MM.PP (RESPETO)
22	6	SEPARADORAS LUBRICANTE DE MM.PP Y MM.AA
23	5	SEPARADORAS COMBUSTIBLE DE MM.PP Y MM.AA
24	2	BOMBA DE TRASIEGO MDF
25	1	BOTELLA DE AIRE ARRANQUE PARA OTROS SERVICIOS
26	1	GENERADOR AD
27	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS MM.AA
28	2	BOMBA DE AGUA ALIMENTACIÓN DE CALDERAS
29	1	CALDERA AUXILIAR
30	3	BOMBA DE DESCARGA DE SENTINAS (ALTERNATIVAS)
31	2	BOMBA DE SENTINAS (CENTRÍFUGAS)
32	6	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE CARGA
33	2	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE HABILITACIÓN
34	1	SEPARADOR DE SENTINAS
35	4	BOMBA DE LASTRE
36	2	COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE
37	1	COMPRESOR DE AIRE DE EMERGENCIA
38	1	BOMBA DE TANQUE DRENAJES
39	2	BOMBA DE AIRE MM.PP
40	1	BOMBA DE AIRE MM.AA
41	1	CLIMATIZADOR DE SALA DE CONTROL
42	2	DISPOSITIVO DE BLOQUEO
43	2	BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE REDUCTORES
44	1	BOMBA DE LÓDOS
45	1	POTABILIZADORA
46	1	PLANTA SÉPTICA
47	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA
48	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
49	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA FRIA SANITARIA
50	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
51	1	BOMBA Y T. HIDRÓFORO AD FRIA
52	1	BOMBA AS SANITARIA
53	1	BOMBA AGUA POTABLE
54	1	BOMBA DE DESCARGA AGUAS GRISES
55	2	CALDERA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN
56	4	SILENCIADOR DE MM.PP
57	3	SILENCIADOR DE MM.AA
MARCA	CANT.	DENOMINACION


Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:	Nº17-26
Noelia López Puentenueva					
Proyecto:	Ro-ro 2800 ml			Curso:	Nº Plano:
				2017-18	1
Título:	Disposición Cámara de Máquinas			Fecha:	Hoja:
				31/10/2017	3/5

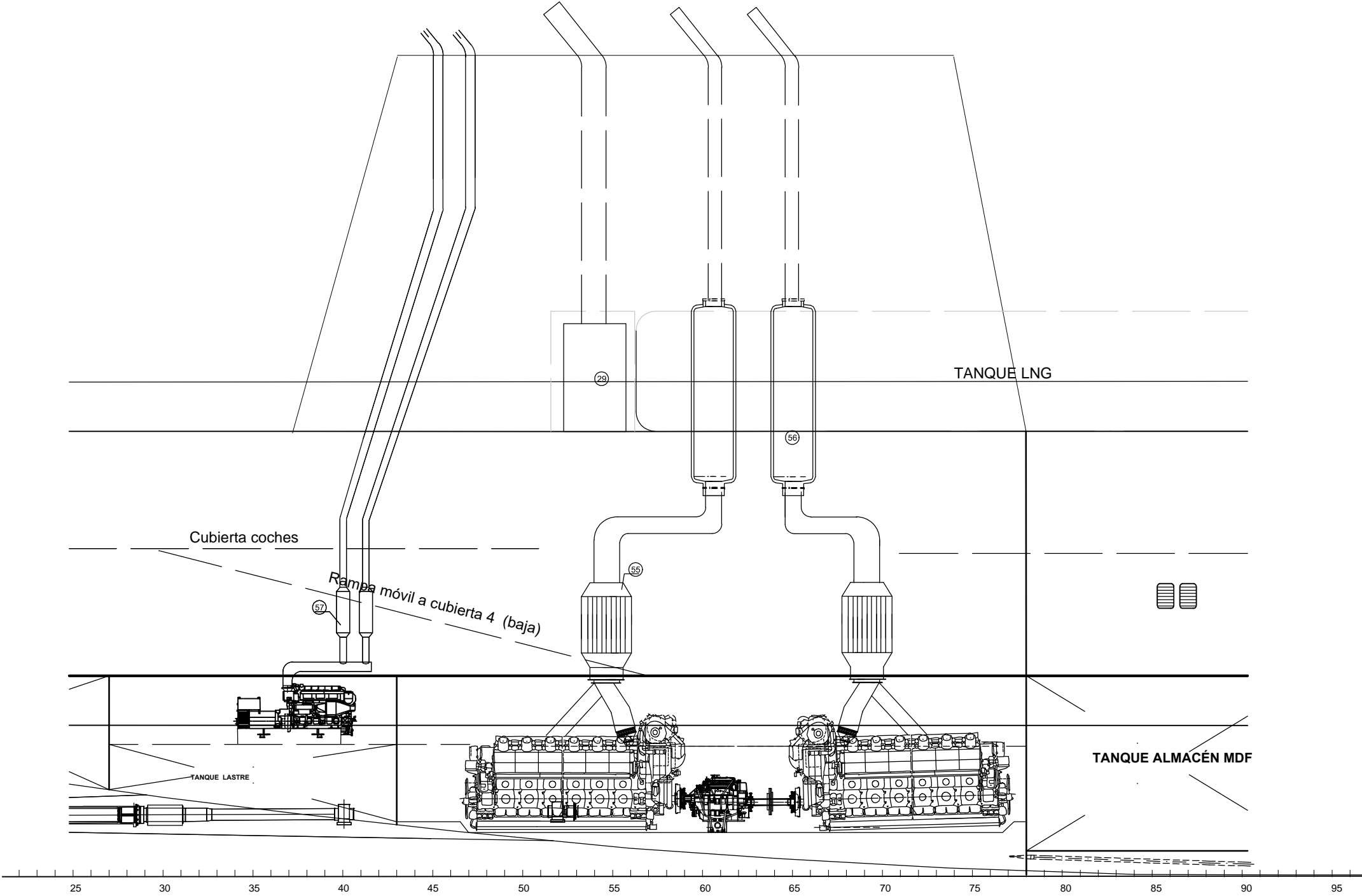
CUBIERTA 2

4200/5160 mm. sobre L.B.

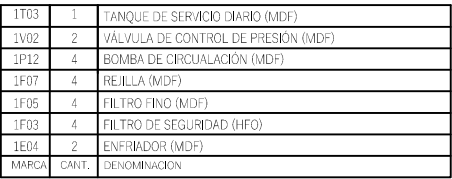



1	4	MOTORES PROPULSORES PRINCIPALES
2	2	REDUCTORA
3	2	GENERADOR DE COLA (PTO/PTI)
4	2	EJE DE COLA
5	2	EJE INTERMEDIO
6	3	GRUPO DE GENERADORES
7	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT
8	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT
9	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT (RESPETO)
10	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT (RESPETO)
11	2	ENFRIADOR AD LT
12	2	ENFRIADOR AD HT
13	2	BOMBAS DE BALDEO Y CI
14	1	BOMBA CI DE EMERGENCIA
15	2	B.ACEITE MM,AA DE PRELUBRICACIÓN Y LUBRICACIÓN
16	4	B.ACEITE DE PRELUBRICACIÓN DE MM,PP
17	3	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS
18	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS GENERADOR AD
19	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS GAMBUZA FRIA
20	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS AIRE ACONDICIONADO
21	2	BOMBA DE LUBRICACIÓN MM,PP (RESPETO)
22	6	SEPARADORAS LUBRICANTE DE MM,PP Y MM,AA
23	5	SEPARADORAS COMBUSTIBLE DE MM,PP Y MM,AA
24	2	BOMBA DE TRASIEGO MDF
25	1	BOTELLA DE AIRE ARRANQUE PARA OTROS SERVICIOS
26	1	GENERADOR AD
27	1	BOMBA DE CIRCULACIÓN AS MM,AA
28	2	BOMBA DE AGUA ALIMENTACIÓN DE CALDERAS
29	1	CALDERA AUXILIAR
30	3	BOMBA DE DESCARGA DE SENTINAS (ALTERNATIVAS)
31	2	BOMBA DE SENTINAS (CENTRÍFUGAS)
32	6	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE CARGA
33	2	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE HABILITACIÓN
34	1	SEPARADOR DE SENTINAS
35	4	BOMBA DE LASTRE
36	2	COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE
37	1	COMPRESOR DE AIRE DE EMERGENCIA
38	1	BOMBA DE TANQUE DRENAJES
39	2	BOMBA DE AIRE MM,PP
40	1	BOMBA DE AIRE MM,AA
41	1	CLIMATIZADOR DE SALA DE CONTROL
42	2	DISPOSITIVO DE BLOQUEO
43	2	BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE REDUCTORES
44	1	BOMBA DE LODOS
45	1	POTABILIZADORA
46	1	PLANTA SÉPTICA
47	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA
48	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
49	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA FRIA SANITARIA
50	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
51	1	BOMBA Y T. HIDRÓFORO AD FRIA
52	1	BOMBAS AS SANITARIA
53	1	BOMBA AGUA POTABLE
54	1	BOMBA DE DESCARGA AGUAS GRISES
55	2	CALDERA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN
56	4	SILENCIADOR DE MM,PP
57	3	SILENCIADOR DE MM,AA
MARCA / CANT.		DENOMINACION

Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERIA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:	
Noelia López Puentenueva				Nº17-26	
Proyecto:	Ro-ro 2800 ml			Curso:	Nº Plano:
				2017 -18	1
Título:	Disposición Cámara de Máquinas		Fecha:	Escala:	Hoja:
			31/10/2017	1:200	4/5



1	4	MOTORES PROPULSORES PRINCIPALES
2	2	REDUCTORA
3	2	GENERADOR DE COLA (PTO/PTI)
4	2	EJE DE COLA
5	2	EJE INTERMEDIO
6	3	GRUPO DE GENERADORES
7	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT
8	4	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT
9	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD LT (RESPETO)
10	1	BOMBA DE REFRIGERACION AD HT (RESPETO)
11	2	ENFRIADOR AD LT
12	2	ENFRIADOR AD HT
13	2	BOMBAS DE BALDEO Y CI
14	1	BOMBA CI DE EMERGENCIA
15	2	B.ACEITE MM,AA DE PRELUBRICACIÓN Y LUBRICACIÓN
16	4	B.ACEITE DE PRELUBRICACIÓN DE MM,PP
17	3	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS
18	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS GENERADOR AD
19	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS GAMBUZA FRIA
20	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS AIRE ACONDICIONADO
21	2	BOMBA DE LUBRICACIÓN MM,PP (RESPETO)
22	6	SEPARADORAS LUBRICANTE DE MM,PP Y MM,AA
23	5	SEPARADORAS COMBUSTIBLE DE MM,PP Y MM,AA
24	2	BOMBA DE TRASIEGO MDF
25	1	BOTELLA DE AIRE ARRANQUE PARA OTROS SERVICIOS
26	1	GENERADOR AD
27	1	BOMBA DE CIRCUALACIÓN AS MM,AA
28	2	BOMBA DE AGUA ALIMENTACIÓN DE CALDERAS
29	1	CALDERA AUXILIAR
30	3	BOMBA DE DESCARGA DE SENTINAS (ALTERNATIVAS)
31	2	BOMBA DE SENTINAS (CENTRÍFUGAS)
32	6	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE CARGA
33	2	BOMBA DE AS DE ROCIADORES DE HABILITACIÓN
34	1	SEPARADOR DE SENTINAS
35	4	BOMBA DE LASTRE
36	2	COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE
37	1	COMPRESOR DE AIRE DE EMERGENCIA
38	1	BOMBA DE TANQUE DRENAJES
39	2	BOMBA DE AIRE MM,PP
40	1	BOMBA DE AIRE MM,AA
41	1	CLIMATIZADOR DE SALA DE CONTROL
42	2	DISPOSITIVO DE BLOQUEO
43	2	BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE REDUCTORES
44	1	BOMBA DE LÓDOS
45	1	POTABILIZADORA
46	1	PLANTA SÉPTICA
47	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA
48	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
49	2	BOMBA DE CIRCULACIÓN AGUA FRIA SANITARIA
50	1	TANQUE HIDRÓFORO AGUA CALIENTE
51	1	BOMBA Y T. HIDRÓFORO AD FRIA
52	1	BOMBA AS SANITARIA
53	1	BOMBA AGUA POTABLE
54	1	BOMBA DE DESCARGA AGUAS GRISES
55	2	CALDERA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN
56	4	SILENCIADOR DE MM,PP
57	3	SILENCIADOR DE MM,AA
MARCA		CANT. DENOMINACION



Nombre:		Universidad de La Cumbre	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:
Noelia López Puente Nueva					Nº17-26
Proyecto:			Ro-ro 2800 ml	Curso:	Nº Plano:
				2017 /18	1
Título:			Fecha:	Escala:	Hoja:
Sistema de combustible			10/11/2017	-	1



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº11:**

**DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA**

**ALUMNA**

Noelia López Puentenueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018



## Cdno.11 Definición de planta eléctrica

---

### RESUMEN

La Planta eléctrica se define garantizando el cumplimiento del Convenio SOLAS y el abastecimiento de la demanda de los consumidores eléctricos en cada condición de servicio.

Se utilizará corriente alterna para el suministro eléctrico y corriente continua mediante baterías para la alimentación de dispositivos electrónicos de navegación y comunicaciones. El balance eléctrico muestra que la condición de mayor consumo es la de maniobra por el uso de sus propulsores transversales.

A Planta eléctrica defínese garantindo o cumprimento do Acordo SOLAS e o suministro da demanda de consumidores eléctricos en cada condición de servizo.

A corrente alterna utilizarase para o suministro eléctrico e a corrente continua por baterías para alimentar os dispositivos electrónicos de navegación e comunicacións. O balance eléctrico mostra que a condición de maior consumo é a de manobra polo uso dos seus propulsores transversais.

The Power Plant is defined as guaranteeing compliance with the SOLAS Agreement and the supply of the demand of electric consumers in each service condition.

Alternating current will be used for the electrical supply and direct current by batteries for the feeding of electronic devices of navigation and communications. The electrical balance shows that the condition of greatest consumption is that of maneuver due to the use of its transversal thrusters.







**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Características eléctricas de la instalación .....</b>	<b>1</b>
2.1 Selección del tipo de corriente .....	1
2.2 Selección de tensión y frecuencia de distribución .....	2
<b>3. Distribución de la energía eléctrica .....</b>	<b>4</b>
3.1 Generación de la energía eléctrica principal .....	4
3.2 Generación de la energía eléctrica de emergencia .....	4
3.3 Cuadro principal y secundarios.....	5
3.4 Fuente transitoria de energía eléctrica .....	6
<b>4. Estimación de carga eléctrica de consumidores.....</b>	<b>6</b>
4.1 Instalación de fuerza .....	6
4.1.1 Potencia de bombas .....	6
4.1.2 Potencia de ventiladores .....	7
4.1.3 Potencia de compresores .....	7
4.2 Alumbrado .....	7
4.2.2 Alumbrado interior .....	8
4.2.2 Alumbrado exterior.....	13
4.2.3 Luces de navegación .....	13
4.3 Enchufes.....	14
4.4 Coeficientes.....	14
<b>5. Balance eléctrico .....</b>	<b>14</b>
5.1 Determinación de la planta generadora.....	16
5.2 Elección de grupos auxiliares.....	16
5.2.1 Grupos auxiliares .....	17
5.2.2 PTO/PTI .....	18
5.2.3 Grupo de emergencia .....	19
<b>6. Transformadores.....</b>	<b>19</b>
<b>7. Bibliografía .....</b>	<b>20</b>

#### **Anexo I: Balance eléctrico**

<b>1. Balance eléctrico de la Planta principal.....</b>	<b>22</b>
<b>2. Balance eléctrico de la Planta de emergencia .....</b>	<b>27</b>

#### **Anexo II: Tabla de rendimientos de bombas**

<b>1. Rendimientos bombas centrífugas .....</b>	<b>34</b>
<b>2. Rendimientos bombas de husillo.....</b>	<b>35</b>
<b>3. Rendimientos bombas alternativas.....</b>	<b>36</b>

#### **Anexo III: Diagramas unifilares**

## 1. Introducción

En este Cuaderno se define el consumo eléctrico para seleccionar la planta generadora y el régimen de potencia para cada condición de servicio. La Planta Eléctrica trata de satisfacer las necesidades eléctricas para la operatividad del buque.

Se selecciona el tipo de corriente, frecuencia y tensión. Posteriormente se realiza el Balance eléctrico indicando las características de la distribución y su representación mediante diagramas de accionamiento e instalación.

## 2. Características eléctricas de la instalación

### 2.1 Selección del tipo de corriente

La red utilizará corriente alterna trifásica de tendencia de uso por sus ventajas:

- Menor coste de instalación y mantenimiento de equipos.
- Menor peso y volumen de sus motores y generadores
- Permite mayores voltajes lo que supone menor sección de cable y embarrado de cobre.
- Permite alimentar la red del barco a la del puerto ahorrando en el precio de Kwh.
- Los cambios de tensión son posibles mediante transformadores (sencillos, robustos y de buen rendimiento).
- Eliminación de efectos magnéticos, interferencias de radio.

## **2.2 Selección de tensión y frecuencia de distribución**

El sistema de distribución será aislado del casco (4 conductores con neutro) para dar continuidad de servicio en caso de derivación salvo sistemas electrónicos de control y comunicaciones o utilizados para servicios domésticos (distribuidos en 3 conductores con retorno al casco) que dispondrán de seccionadores en la red o transformadores aislantes para evitar descarga eléctrica.

Los servicios esenciales serán alimentados con conmutaciones automáticas en el cuadro secundario de distribución. Las bombas y aparatos de control y gobierno del buque serán alimentados por el cuadro de socorro directamente. El sistema de control estará en paralelo con el cuadro principal.

Los equipos esenciales son: los necesarios para la propulsión y maniobrabilidad del buque, navegación, mantenimiento y seguridad de la vida humana en el mar.

Se distinguen tres tipos de redes para distintas instalaciones: de fuerza, alumbrado y calefacción y especiales.

### **INSTALACIONES DE FUERZA**

Distribuirá a equipos de gran potencia de demanda como: maquinaria de cubierta, bombas para servicios de cubierta, bombas y auxiliares de cubierta. Se puede emplear 380V-50Hz o 440 V-60 Hz. La del primer valor son utilizados en redes terrestres pero debido al uso extendido del segundo grupo de valores en buques, es habitual que los puertos europeos dispongan de transformadores para el suministro eléctrico de buques en puerto a otra frecuencia aunque no se disponen en todos.

Puesto que el buque atracará en puertos europeos se selecciona una red alterna trifásica de 380V-50 Hz. Para compensar las variaciones de tensión, se suministra una tensión de generadores de 400 V, por lo se convierte una red de 400 V- 50Hz distribuidos en cables tripolares

### **INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y CALEFACCIÓN**

Se alimentan con una tensión de 230 V a 50Hz en cables bipolares con una distribución en paralelo a tensión constante en corriente monofásica a través de un transformador 400/230 V.

## INSTALACIONES ESPECIALES Y SERVICIOS

La red corriente continua de 24 V alimenta a aparatos auxiliares a la navegación, comunicaciones, luces de señales y navegación mediante baterías de acumuladores cargados con rectificadores. Permite la distribución mediante cuadros de maniobra.

Las tensiones de trabajo de los equipos y consumidores son los siguientes:

**Figura 1: Tensiones de los consumidores**

Consumidores	Tensión
Generadores, arrancadores, bombas y ventiladores	400 V (AC)
Alumbrado	230 V (AC)
Circuitos de mando y maniobra	230 V (AC)
Oficios	230 V (AC)
Enchufes de CC.MM, cubiertas y locales	230 V (AC)
Lavandería	230 V (AC)
Equipos frigoríficos	400 V (AC)
Aparatos de cocina	230 V (AC)
Equipos de navegación	230 V (AC)
Estación de radio	230 V (AC)
Alarmas , seguridad y emergencia	230 V (AC)
Instrumentación y equipos de control	24 V (DC)



### 3. Distribución de la energía eléctrica

La instalación eléctrica cumplirá con la Sociedad de Clasificación DNV-GL y con el reglamento del SOLAS.

El material eléctrico estará en zonas accesible protegido de atmósferas peligrosas y de la acción de agua u otro fluido que pudiera dañarlo por lo que respetará las protecciones IP correspondientes de cada equipo. Los cuadros serán alejados de techos de acceso para evitar golpes.

#### 3.1 Generación de la energía eléctrica principal

La planta generadora suministrará energía durante la operación normal de navegación mediante 2 grupos generadores diésel (duales), manteniendo uno adicional de respeto en caso de fallo. También se tienen 2 generadores de cola (uno por hélice) acoplado a la reductora del motor principal. La generación será en modo paralelo de las dos fuentes generadoras (generadores auxiliares y alternador) o por separado. En operación de puerto la generación será externa para el suministro del resto de consumidores no propulsores.

#### 3.2 Generación de la energía eléctrica de emergencia

La planta generadora de emergencia suministra energía eléctrica para el salvamento del buque en caso de avería de la planta principal o abandono del buque.

El generador de emergencia se activa automáticamente o en modo manual (en caso de fallo del primer modo) al producirse un “Blackout” (caída de tensión de la planta principal) alimentando al cuadro de socorro que mantendrá en funcionamiento servicios de emergencia y los servicios esenciales que serán desconectados por un disyuntor en caso de sobrecarga del generador distinguiendo los servicios por su prioridad se tiene:

- Servicios esenciales: no deben fallar el suministro de energía en condiciones normales de navegación, fuera de avería o emergencia como bombas de refrigeración y lubricación de la maquinaria principal.
- Servicios de socorro o emergencia: afecta a la seguridad y operatividad del buque. Se requieren alimentados los servicios de alumbrado de emergencia, bombas del servomotor, bomba contraincendios, cargadores de baterías para aparatos de navegación.

El generador se situará sobre la cubierta de francobordo tras el mamparo de colisión.

Según el SOLAS capítulo II-I/43, el generador de emergencia ha de satisfacer simultáneamente como mínimo los consumos de:

- Durante un periodo de 3 h, el alumbrado de emergencia en los puntos de embarco y de reunión y fuera de costados.
- Durante el periodo de 18 h, el alumbrado de emergencia en pasillos, escaleras, salidas de evacuación en general, en puestos de control (CC.M, cuadro de distribución principal y de emergencia), en paños de bomberos, en el servo, bomba CI y de los rociadores, bomba de emergencia de achique de sentinas y cámara de bombas de carga.
- Durante un periodo de 18 h., luces de navegación y luces prescritas en el COLREG y las instalaciones de radio.
- Durante 18 un periodo de 18 h, el equipo de comunicaciones internas de emergencia, sistemas de detección de incendios y alarmas.
- Durante el tiempo prescrito en la Regla 29.14 del capítulo II-I, el aparato de gobierno.

### **3.3 Cuadro principal y secundarios**

El cuadro principal distribuirá toda la energía eléctrica y dispondrá de interruptores principales para proteger los grupos electrógenos y permitirá el acoplamiento de los generadores. Próximo a este cuadro estarán los cuadros secundarios de los servicios esenciales y no esenciales.

Estará situado en la sala de control de la cámara de máquinas.

Los cuadros secundarios se alimentaran del principal por medio de feeder a los que se embornan elementos de control y protección contra sobrecarga ejerciendo la selectividad de la red. Dispondrá de contactores, arrancadores estrella-triángulo y otros.

### 3.4 Fuente transitoria de energía eléctrica

La fuente transitoria de energía consiste en un conjunto de baterías de acumuladores de 24 V con rectificadores capaz de alimentar durante media hora los servicios de alumbrado de las vías de escape, comunicación y seguridad de emergencia.

Se ubicarán en el pañol de baterías sobre el techo puente de mando.

## 4. Estimación de carga eléctrica de consumidores

Se analizan los consumidores con objeto de definir la planta generadora para cada condición de carga. Para ello es necesario conocer el procedimiento de cálculo de la carga eléctrica. Los consumidores se clasificarán en: alumbrado e instalación de fuerza.

### 4.1 Instalación de fuerza

La estimación de potencia se realiza en base a los valores del fabricante o bien de los buques referentes. Las potencias a referenciar en el cálculo de los equipos eléctricos salvo iluminación y equipos de control y navegación son las siguientes:

- *Potencia nominal,  $P_n$* : valor estándar indicado en la placa de características, superior a la requerida.
- *Potencia en el eje,  $P_E$* : suministrada en el motor para proporcionar la potencia de servicio.
- *Potencia absorbida de la red,  $P_{ab}$* : debida al dividir la potencia en el eje por el rendimiento eléctrico ( $\eta_{el}$ ).  $P_{ab} = \frac{P_E}{\eta_{el}} (Kw)$
- *Potencia demandada,  $P_D$* : considera pérdidas del sistema de distribución desde los generadores hasta los consumidores (cables, instrumentación, transformadores). El 5% de pérdidas no suele considerarse en los motores eléctricos pero se tendrá en cuenta en los generadores principales).

#### 4.1.1 Potencia de bombas

Se calculará la potencia de las bombas partir de las presiones y caudales para las condiciones de servicio. Las expresiones a emplear son:

$$P_E = \frac{(Q \cdot H \cdot \gamma \cdot 9,81)}{\eta_b \cdot 1000} (Kw) \qquad P_{ab} = \frac{P_E}{\eta_{el}} (Kw)$$

Siendo

- Q, caudal en m<sup>3</sup>/s

- H, altura manométrica en m.c.l
- $\gamma$  , peso específico del líquido bombeado en Kg/m<sup>3</sup>
- $\eta_m$  , rendimiento de la bomba
- $\eta_{el}$  , rendimiento del motor eléctrico
- En el anexo se encuentran las tablas del rendimiento utilizado para cada bomba.

#### 4.1.2 Potencia de ventiladores

La potencia eléctrica para mover cada ventilador se obtiene de lo siguiente:

$$P_{ab} = \frac{(Q \cdot H \cdot 9,81)}{\eta_m \cdot 1000} (Kw) \quad P_n = P_{ab} \cdot K (Kw)$$

Siendo,

- Q, caudal en m<sup>3</sup>/s
- H, altura manométrica en mm.c.a
- $\eta_m$ , rendimiento mecánico total tomándose 0,5 para ventiladores axiales y 0,6 para ventiladores centrífugos.
- K, coeficiente del motor eléctrico; k será 1,1 para Q >= 20000 m<sup>3</sup>/h y K= 1,05 para Q > 2000 m<sup>3</sup>/h

#### 4.1.3 Potencia de compresores

La potencia eléctrica para compresores de presión final de 30 bar se estima con la siguiente fórmula:

$$P_n = \frac{Q \cdot K}{1,36} (Kw) \quad P_{abs} = P_n \cdot \eta_e$$

Siendo:

Q, caudal en m<sup>3</sup>/s

K, coeficiente de la tabla

$\eta_e$ , rendimiento eléctrico

#### 4.2 Alumbrado

La estimación de carga se realiza de acuerdo a “Lecciones de electricidad aplicada al buque” de Manuel Baquerizo. Se aplica a las instalaciones de:

- Iluminación de recintos

- Luces de navegación y señales
- Proyectores

#### 4.2.2 Alumbrado interior

Para estimar el consumo se ha de conocer el flujo luminoso (L) considerando la superficie de trabajo, nivel de iluminación y factor de corrección por uso. Se calcula lo siguiente:

$$L = ES \frac{Fd}{Fu} (lm)$$

- L, potencia de radiación luminosa o flujo luminoso en lúmenes (lm)
- E, iluminación o intensidad de iluminación en lux (lx)
- S, Superficie de a iluminar en m<sup>2</sup>
- Fd, factor de corrección oscila entre 1,25-2,5 para locales de suciedad media a alta respectivamente.
- Fu, factor de utilización tabulado siguiendo la tabla del anexo en función del índice del local (K).
  - l, b, h → longitud, anchura y altura del local en metros.

$$K = \frac{l \cdot b}{h(l + b)}$$

Se seguirá las iluminaciones aconsejadas de la tabla del libro “Electricidad aplicada al buque”.

**Figura 2: Tensiones de los consumidores**

Locales	Iluminancias (en lx)
Camarotes de pasajeros y oficialidad	200 - 250
Camarotes de tripulación	150 - 200
Camarotes de lujo	250 - 300
Pasillos del pasaje	100 - 150
Pasillos de la tripulación	100 - 150
Locales de reunión	100 - 150
Locales de reunión:	
Pasaje	200 - 400
Tripulación	120 - 250
Locales sanitarios	200 - 250
Locales de servicios	250 - 300
Enfermería	500 - 1.000
Puentes de paseo y puentes descubiertos	20 - 40
Puentes de botes	10 - 20
Salas de máquinas	300 - 450
Puestos de maniobra	500 - 750
Salas de calderas (deducido el volumen de éstas)	250 - 350
Bocas de calderas	500 - 750
Túneles y compartimientos de menos de 200 m <sup>3</sup>	100 - 150
Talleres de montaje y precisión	1.000 - 2.000
Talleres de maquinaria	500 - 1.000
Salas de dibujo	750 - 1.500
Oficinas normales	400 - 750
Salas de espera, archivo, etc.	75 - 150

El rendimiento luminoso se estimará en 0,02 W/lm para alumbrado fluorescente y 0,015 W/lm para alumbrado led. Este rendimiento no se aplica en cámara de máquinas. En cada local se aplica un 90% de iluminación fluorescente y 10% de led.

El alumbrado en bodegas y espacios de carga se dispondrá en lámparas permanentes y portátiles de pantallas protegidas que alojan de 4 a 8 bombillas de conexión en enchufes estancos de 200 W.

Las lámparas de cámara de máquinas serán estancas de 43 W (aprox.) fluorescentes y de 20 W en puntos de refuerzo. En los camarotes se dispondrá una lámpara de techo de 14W y puntos de luz para la lectura en los cabeceros.

**Tabla 1: Balance eléctrico de alumbrado interior**

ESPACIO	Long. (m)	Superficie (m2)	H (m)	E(lux)	K	Fu	Fd	L (Klm)	P (Kw)
<b>Espacios de carga</b>									
Garaje cbta.superior	28,92	722,868	4,6	200	2,915	0,658	1,25	274,646	5,356
Cubierta coches	41,18	557,24	2,7	120	3,772	0,68	1,25	122,921	2,397
Cardeck	110,769	1462,1	3,3	140	3,574	0,685	1,25	373,529	7,284
Cubierta ppal	144,9	2037,7	4,1	140	3,127	0,664	1,25	537,044	10,472
Bodega	66,765	551,86	5,5	140	1,337	0,395	1,25	244,495	4,768
Locales cubierta	60	140	1,8	250	1,248	0,379	1,25	115,435	2,251
									<b>32,527</b>
<b>Espacios de máquinas</b>									
Local servo	8,39	194,56	2	350	3,080	0,524	1,25	162,443	2,924
Local de MM.AA	9	73,16	2,4	350	1,780	0,445	1,25	71,927	1,295
Cámara de máquinas	24,064	448,3	6,671	400	1,574	0,478	1,25	468,933	8,441
Local de purificadoras	5,264	58,947	2,4	350	1,492	0,4	1,25	64,473	1,161
Local transformadores	6,576	20,5	2,4	350	0,881	0,312	1,25	28,746	0,517
Taller de máquinas	5,605	36,814	2,4	350	1,260	0,388	1,25	41,511	0,747
Local de maq. Aux.Pr	9,849	63,22	2,6	350	1,495	0,404	1,25	68,462	1,232
Cámara de bombas e hidróforos	8,737	38,524	2,3	350	1,274	0,383	1,25	44,006	0,792
Planta séptica	8,764	48,42	2	350	1,694	0,433	1,25	48,923	0,881
Local hélices maniobra	11,013	46,219	5,5	350	0,553	0,371	1,25	54,504	0,981
Local equip.hidráulico Pp.	6,328	18,177	1,4	350	1,411	0,39	1,25	20,391	0,367
Local equip.hidráulico Pr.	4,392	18,493	2,5	350	0,860	0,319	1,25	25,363	0,457

Local de baterías	1,463	30,044	2,5	350	0,546	0,22	1,25	59,747	1,075
Local CO2	8,764	45,994	2,5	350	1,313	0,432	1,25	46,580	0,838
Local Generador de emergencia	11,605	31,776	2,2	350	1,007	0,341	1,25	40,768	0,734
Local equip. Electr.Puente	1,463	8,323	2,5	350	0,465	0,22	1,25	16,551	0,298
Localequip.electr.Pp1	6,576	11,288	2,3	350	0,592	0,22	1,25	22,448	0,404
Localequip.electr.Pp2	4,659	9,56	2,5	350	0,570	0,22	1,25	19,011	0,342
Localequip.electr.Pp3	8,235	37,58	2,5	350	1,175	0,368	1,25	44,677	0,804
Local control de carga Pr.	4,145	13,123	2,3	350	0,780	0,265	1,25	21,665	0,390
Local control de carga Pp.	4,659	9,56	2,3	350	0,619	0,224	1,25	18,672	0,336
									<b>25,016</b>
<b>Habilitación tripulación</b>									
Camarote capitán	5,313	31,763	2,3	250	1,223	0,376	1,25	26,399	0,515
Camarote Jefe de Máquinas	5,313	31,763	2,3	250	1,223	0,376	1,25	26,399	0,515
Camarote Armador	4,5	11,168	2,3	180	0,695	0,244	1,25	10,298	0,201
Camarote oficiales	4,5	11,168	2,3	220	0,695	0,244	1,25	12,587	0,245
Camarote Conductores	2,5	11,168	2,3	180	0,697	0,244	1,25	10,298	0,201
Camarotes Tripulación	2,5	11,579	2,3	180	0,706	0,247	1,25	10,548	0,206
Pasillos	23,723	169,21	2,3	120	2,384	0,493	1,25	51,484	1,004
Salón Oficiales	5,036	26,793	2,3	200	1,125	0,36	1,25	18,606	0,363
Salón tripulación	4,617	34,971	2,3	200	1,247	0,379	1,25	23,068	0,450
Salón conductores	8,013	34,971	2,3	200	1,228	0,376	1,25	23,252	0,453
Biblioteca	5,334	27,747	2,3	200	1,145	0,363	1,25	19,110	0,373
Gimnasios	6,511	29,197	2,3	250	1,155	0,365	1,25	24,997	0,487
Vestuarios	5,802	22,582	2,3	250	1,013	0,342	1,25	20,634	0,402
Autoservicios	2,5	11,122	2,3	200	0,696	0,244	1,25	11,395	0,222



Cuaderno N°5: Definición de Planta Eléctrica  
Noelia López Puenteueva

Lavanderias	11,75	73,243	2,3	250	1,771	0,436	1,25	52,496	1,024
Cocina	3,512	18,28	2,3	250	0,912	0,309	1,25	18,487	0,360
Gambuzas	3,049	15,846	2,3	250	0,835	0,282	1,25	17,560	0,342
Hospital	5,105	16,654	2,3	700	0,865	0,292	1,25	49,905	0,973
									<b>8,337</b>
<b>Otros</b>									
Aseos	1,289	66,168	2,3	200	0,547	0,22	1,25	75,191	1,466
Aire acondicionado	5,109	36,443	2,3	350	1,294	0,385	2,25	74,543	1,454
Paños	10,193	26,294	2,3	150	0,895	0,303	3,25	42,305	0,825
Ascensor	2,187	4,492	2,3	100	0,461	0,22	4,25	8,678	0,169
Oficinas	5,805	33,765	2,3	600	1,263	0,382	5,25	278,429	5,429
Puente de navegación	26,3	118,135	2,3	150	1,668	0,424	6,25	261,207	5,094
Sala de Control (CC.MM)	8,722	87,363	2,4	600	1,943	0,463	6,25	707,584	13,798
									<b>28,235</b>

#### 4.2.2 Alumbrado exterior

Se iluminarán los portalones de popa, zonas de maniobra de amarre y fondeo y accesos de cubierta con luces led y halógenas. También dispondrá de una lámpara Morse blanca de centelleo. Se reforzarán los puntos de luz con lámparas portátiles.

**Tabla 2: Balance eléctrico de alumbrado exterior**

Situación	Zona a iluminar	Potencia unitaria (KW)	Nº luces	Potencia total (KW)
<b>Puente</b>	Maniobras de fondeo y amarre	0,5	3	1,5
<b>Popa</b>	Maniobras de amarre	0,5	2	1
<b>Popa</b>	Zona de amarre	0,1	5	0,5
<b>Costados</b>	Accesos	0,1	2	0,2
<b>Costados</b>	Maniobra de botes y balsas	0,1	10	1
<b>Cubierta 6</b>	Cubierta	0,1	20	2
<b>Cubierta 7</b>	Cubierta	0,1	10	1
<b>Puente</b>	Cubierta	0,1	6	0,6
<b>Techo Puente</b>	Lámpara señales Morse	0,2	1	0,2

#### 4.2.3 Luces de navegación

Siguiendo el reglamento del COLREG, *part C*, se indican las luces a disponer en la tabla. Se alimentan de un cuadro propio en la cubierta de puente para no interferir en la red principal, ante un fallo se alimentará automáticamente de la fuentes de energía de emergencia.

**Tabla 3: Balance eléctrico de luces de navegación**

Tipo	Color	Nº luces	Ángulo de visibilidad	Alcance (mn)	Potencia unitaria (Kw)	Potencia total (KW)
Tope de proa	Blanco	1	225	6	0,065	0,065
Tope de popa	Blanco	1	225	6	0,065	0,065
Banda de estribor	Verde	1	112,5	3	0,065	0,065
Banda a babor	Rojo	1	112,5	3	0,065	0,065
Luz de alcance	Blanco	1	135	3	0,065	0,065
Luz de remolque	Amarillo	2	135	3	0,065	0,13
Luz todo horizonte	Blanca	1	360	3	0,065	0,065
Luz fondeo proa	Blanca	1			0,065	0,065
Luz fondeo popa	Blanca	1			0,065	0,065

Luz b. sin gobierno	Roja	2	0,065	0,13
---------------------	------	---	-------	------

### 4.3 Enchufes

Los enchufes a disponer serán de tipo marino y los expuestos a la intemperie serán estancos.

Se dispondrán de enchufes en los pasillos de habitación para la conexión de aspiradores de polvo.

Para las plataformas refrigeradas se dispondrán de 60 tomas en la cubierta principal alimentadas a 230 V con capacidad de carga de 15 KW.

### 4.4 Coeficientes

La potencia absorbida de la red en cada condición de operación se obtiene aplicando el coeficiente de utilización ( $K_u$ ).

$$K_u = K_n \cdot K_{sr}$$

- Factor de simultaneidad en marcha ( $K_n$ ): relaciona los equipos inactivos instalados a bordo y los equipos en servicio.
- Factor de servicio y régimen ( $K_{sr}$ ): indica la relación de un equipo funcionando a un régimen de carga durante un periodo de tiempo.

## 5. Balance eléctrico

Con objeto de definir la Planta de Generación eléctrica se analiza la demanda en distintas situaciones y se considera en la potencia a instalar, el factor de simultaneidad. Los valores obtenidos permiten determinar el número y potencia de los grupos electrógenos. Las situaciones a evaluar son:

- *Navegación*: la demanda se debe a la carga eléctrica de propulsión (auxiliares de MM.PP, auxiliares de planta de vapor, ventilaciones, servomotor, alumbrado, equipo de navegación); ventilación y A.C de habitación; carga de hotel (calefacción, cocina, alumbrado); carga frigorífica.
- *Stand-by*: demanda eléctrica de servicios en caso de avería y servicios esenciales (en operación ininterrumpida de propulsión, maniobrabilidad, mantenimiento o seguridad de la vida).
- *Puerto (Cargando/Descargando)*: demanda eléctrica de la maquinaria auxiliar, maquinaria de carga y descarga, equipo de amarre y carga de hotel.

- *Maniobra*: demanda eléctrica de propulsión, compresores de aire de arranque, equipo de amarre, carga de hotel, carga frigorífica y de aire acondicionado.

Se resume el balance eléctrico en lo siguiente:

**Tabla 4: Resumen de balance eléctrico de planta principal**

RESUMEN: Planta principal	Potencia total instalada (Kw)	Maniobra	Stand-by	Navegación normal	Puerto carga y descarga
Equipo Aux. Planta Propulsora	737,83	249,03	195,73	240,21	112,29
Equipo de Trasiego y purificación	400,00	60,33	55,07	137,17	77,23
Equipo de Caldera y generación elect.	131,80	89,70	60,81	89,70	8,17
Equipo de seguridad y maniobra de carga	1.163,43	130,41	130,28	174,15	62,69
Equipo de gobierno y maniobra	4.253,96	2.988,64	20,81	20,81	-
Equipo de acondicionamiento	725,97	396,53	42,93	338,55	273,95
Equipo de carga y descarga	1.163,00	617,74	5,74	5,74	375,49
Equipo de cocina y alojamiento	155,09	61,34	52,78	88,64	65,59
Electrónica y alumbrado	184,90	157,16	157,16	157,16	157,16
<b>TOTAL kw</b>	<b>8.915,97</b>	<b>4.750,87</b>	<b>721,32</b>	<b>1.252,13</b>	<b>1.132,56</b>
<b>MARGEN (10%)</b>	<b>9.807,57</b>	<b>5.225,96</b>	<b>793,45</b>	<b>1.377,34</b>	<b>1.245,82</b>

**Tabla 4: Resumen de balance eléctrico de planta de emergencia**

	<b>Potencia total instalada (Kw)</b>	Potencia total en servicio (Kw)
<b>RESUMEN: Planta emergencia</b>		
Equipo Aux. Planta Propulsora	737,83	123,06
Equipo de Trasiego y purificación	400,00	0,85
Equipo de Caldera y generación elect.	131,80	60,81
Equipo de seguridad y maniobra de carga	1.163,43	89,98
Equipo de gobierno y maniobra	4.253,96	161,68
Equipo de acondicionamiento	725,97	145,29
Equipo de carga y descarga	1.163,00	4,48
Equipo de cocina y alojamiento	155,09	1,93
Electrónica y alumbrado	184,90	68,26
<b>TOTAL kw</b>	<b>8.915,97</b>	<b>656,33</b>
<b>MARGEN (10%)</b>	<b>9.807,57</b>	<b>721,97</b>

Se aplica un margen del 10% que considera pérdidas de distribución.

### 5.1 Determinación de la planta generadora

La planta generadora se seleccionará en base a unos factores:

- Minimizar el número de generadores para reducir costes de instalación y empacho de la cámara.
- La planta mantendrá al menos un generador de respeto en condición de navegación para garantizar la propulsión en caso de fallo.
- Los generadores tratarán de ser de la misma capacidad para reducir costes de piezas de respeto y facilitar la disposición en la Cámara.
- Los generadores de cola se utilizarán para el suministro de potencia en condiciones de mayor demanda eléctrica, lo que implica reducir la capacidad de los generadores auxiliares.

### 5.2 Elección de grupos auxiliares

Considerando las estimaciones del balance eléctrico se selecciona:

- Tres grupos auxiliares de 920 Kw cada uno.

- 2 Alternadores de cola (PTO/PTI) de 1740 Kw, proporcionan suministro en condiciones de máxima carga aportan mayor flexibilidad en distintas condiciones de mar a altas velocidades además de la condición de maniobra y también es utilizado para el arranque de los motores.
- Un grupo de emergencia de 920 Kw.

La simultaneidad de funcionamiento se indica en la tabla:

**Tabla 5: Simultaneidad de equipos generadores**

		MANIOBRA	Stand-by	Navegación Normal	Puerto Carga y Descarga	Emergencia
Grupos auxiliares	Kw Servicio unitario	960	960	960	960	-
	Nº Equipos en funcionamiento	3,00	1,00	-	2,00	-
	Régimen (%McR)	0,85	0,83		0,71	-
PTO	Kw Servicio unitario	1.740	1.740	1.740	1.740	-
	Nº Equipos en funcionamiento	2,00	-	1,00	-	-
	Régimen (%McR)	0,80	-	0,79		-
Grupo Emergencia	Kw Servicio unitario	-	-	-	-	960,00
	Nº Equipos en funcionamiento	-	-	-	-	1,00
	Régimen (%McR)	-	-	-	-	0,75

### 5.2.1 Grupos auxiliares

Los grupos auxiliares seleccionados son del mismo fabricante que la planta de LNG para proporcionar compatibilidad en componentes y conéctica. Los grupos son del modelo **6L 20DF GenSet a 1000 rpm y 50 Hz** con las características indicadas:

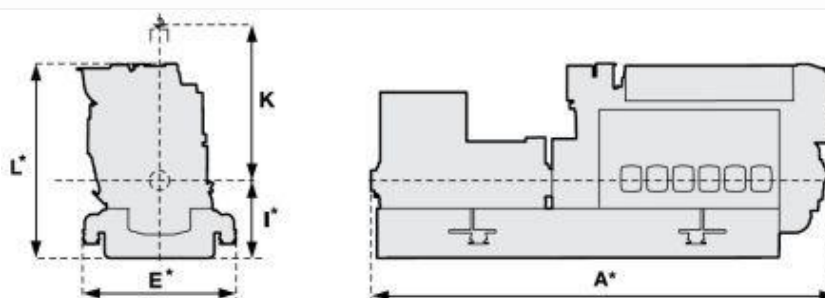
**Tabla 5: Características grupos auxiliares de Wartsila**

Wärtsilä 20DF generating set		IMO Tier III	
Cilindrada	200 mm	Tensión generador	0.4 - 13.8 kV
Carrera	280 mm	Eficiencia generador	0.95 - 0.96
Salida cilindro	160 kW/cyl	Fuel specification:	Fuel oil
Velocidad	1000 rpm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°C
Presión media efectiva	21,8 bar	ISO 8217, category ISO-F-DMX, DMA & DMB	
Velocidad del pistón	9.3 m/s	BSEC 7770 kJ/kWh at ISO cond.	
Potencia motor	960 KW		
Potencia generador	1150 KVa		

Con las siguientes dimensiones y pesos

**Tabla 6: Dimensiones y pesos de los grupos generadores**

Dimensions (mm) and weights (tonnes)						
Engine type	A*	E*	I*	K	L*	Weight*
6L20DF	5325	2070	895	1800	2731	16.7



## 5.2.2 PTO/PTI

Cada unidad suministrará al menos la potencia de cada una de las hélices de maniobra. Los alternadores serán de la misma capacidad, modelo PM7, del fabricante Stamford Avk Marine.

### **5.2.3 Grupo de emergencia**

El grupo generador diésel-LNG será de las mismas características que los motores auxiliares y del mismo fabricante Wartsila.

El grupo de emergencia se utilizará para el suministro de consumidores de alumbrado, habilitación y gobierno, como indica el SOLAS. Aunque se mantendrá una fuente transitoria de emergencia mediante baterías para dotar mayor seguridad.

El arranque será automático al cuadro de emergencia siendo conectado en modo manual en caso de fallo.

## **6. Transformadores**

Los transformadores alimentarán a 440 V de tipo trifásico el cuadro principal situadas en la plataforma de la cubierta 2. Además se dispondrá otro para el generador de emergencia en la cubierta 3.

Se caracterizan por aislamiento Clase B, protección IP-23.



## 7. Bibliografía

- Baquerizo Pardo, Manuel. *Lecciones de electricidad aplicada al buque*. 2ª Edición. Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- DNV-GL (2014). Rules for Classification and Construction Ship Technology .Part I, Chapter 3 “Electrical Installations”. Publicado por DNV-GL SE, Hamburg. June 2014
- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS). Edición refundida 2010.

# **Anexo I:**

Balance eléctrico

## 1. Balance eléctrico de la Planta principal

					MANIOBRA			Stand-by			Navegación Normal			Puerto Carga y Descarga		
	Nº Unids · instal adas	P unitar ia adsor bida (Kw)	P. unitaria Nominal (Kw)	Potencia total instalada (Kw)	U. Servic.	Ku	Kw	U. Servicio	Ku	KW	U. Servic.	Ku	KW	U. Servicio	Ku	KW
<b>Equipo Aux. Planta Propulsora</b>																
Bomba circ. AD MM.PP (BT)	4	54,72	62,93	251,71	2	0,57	62,38	2	0,57	62,38	2	0,57	62,38	1	0,28	15,32
Bomba circ. AD MM.AA (BT)	3	35,38	40,69	122,06	2	0,57	40,33	1	0,57	20,17	2	0,57	40,33	1	0,28	9,91
Bomba circ. AS MM.PP	3	31,65	36,40	109,19	2	0,68	43,04	2	0,68	43,04	2	0,68	43,04	1	0,17	5,38
Bomba lubric. reductora	3	14,50	16,68	50,03	2	0,85	24,65			-			-	1	0,43	6,24
Bomba aceite prelubricación	3	24,50	28,18	84,53	1	0,28	6,86	2	0,57	27,93	2	0,57	27,93	3	0,85	62,48
Bomba hélice CPP	2	24,00	27,60	55,20	2	0,85	40,80	2	0,45	21,60	2	0,85	40,80			-
Compresor aire de arranque	2	14,91	17,15	34,29	2	0,43	12,82	2	0,43	12,82	2	0,43	12,82	2	0,43	12,82
Compresor de emergencia	1	6,00	6,90	6,90	1	0,85	5,10	0	-	-	0	-	-			-
Bomba refriger. compresores de aire de arranque	2	2,90	3,34	6,67	1	0,10	0,29	1	0,10	0,29	1	0,05	0,15	1	0,05	0,15
Equipo tratamiento de LNG	1	15,00	17,25	17,25	1	0,85	12,75	1	0,50	7,50	1	0,85	12,75			-
<b>TOTAL E. Aux. Planta Propulsora</b>	<b>737,829</b>				<b>249,031</b>			<b>195,734</b>			<b>240,206</b>			<b>112,286</b>		
<b>Equipo de Trasiego y purificación</b>																
Bomba aliment. Combustible MM.PP	4	3,20	3,52	14,08	4	0,43	5,50	4	0,43	5,50	4	0,43	5,50			-
Bomba circ. Combustible MM.PP	8	7,13	7,85	62,77	2	0,43	6,13	2	0,43	6,13	2	0,43	6,13			-
Bomba aliment. Combustible MM.AA	3	2,60	2,86	8,58	2	0,57	2,96	2	0,57	2,96	2	0,57	2,96			-
Bomba circ. Combustible MM.AA	6	2,00	2,20	13,20	2	0,57	2,28	2	0,57	2,28	2	0,57	2,28			-
Unidad alimentación comb. MM.AA	2	3,00	3,00	6,00	2	0,43	2,58	2	0,43	2,58	2	0,43	2,58			-
Bomba trasiego MDF	2	3,83	4,78	9,57	1	0,43	1,65	1	0,28	1,07	1	0,43	1,65			-
Bomba trasiego LNG	3	3,83	4,78	14,35	2	0,43	3,29	1	0,28	1,07	2	0,43	3,29	2	0,43	3,29
Bombas aliment. Separadoras MDF	2	0,79	1,03	2,05	1	0,43	0,34	1	0,43	0,34	1	0,43	0,34			
Bombas lodos separadoras MDF	2	0,10	0,13	0,26	1	0,50	0,05	1	0,50	0,05	1	0,50	0,05	1	0,05	0,01
Unidades separadoras MDF*	5	2,00	2,60	13,00	1	0,60	1,20	1	0,60	1,20	1	0,60	1,20	1	0,06	0,12
Compresor alimentac. LNG	2	7,00	7,00	14,00	1	0,43	3,01	1	0,43	3,01	1	0,43	3,01			
Bomba circ. agua técnica	3	1,20	1,56	4,68	1	0,28	0,34			-	2	0,28	0,67	1	0,28	0,34
Bomba trasiego agua técnica	4	4,80	6,24	24,96	2	0,21	2,02			-	2	0,21	2,02			-

Calentador depurador. Aceite	2	45,00	56,25	112,50			-	1	0,43	19,35	2	0,85	76,50	2	0,85	76,50
Filtro aceite MM:PP	2	1,70	2,13	4,25	2	0,85	2,89	2	0,85	2,89	2	0,85	2,89			-
Virador	2	9,00	11,25	22,50			-			-			-			-
Bombas traasiego aceite	2	1,30	1,63	3,25	2	0,15	0,39	2	0,15	0,39	2	0,15	0,39	2	0,15	0,39
Unidades separadoras de aceite MM.PP	3	14,00	17,50	52,50	2	0,60	16,80	2	0,60	16,80	2	0,60	16,80			-
Unidades separadoras de aceite MM.AA	1	12,00	15,00	15,00	1	0,60	7,20	1	0,60	7,20	1	0,60	7,20			-
Viscosímetros	2	1,00	1,25	2,50	2	0,85	1,70	2	0,85	1,70	2	0,85	1,70			-
TOTAL E.Trasiego y purificación	400,001				60,330			55,072			137,166			77,226		
Equipo de Caldera y generación elect.																
Quemador de caldera	3	4,00	4,00	12,00	2	0,10	0,80	2	0,10	0,80	2	0,10	0,80	2	0,43	3,44
Bombas alimentación comb.calderas	3	2,00	0,60	1,80	2	0,10	0,40	2	0,10	0,40	2	0,10	0,40	2	0,43	1,72
Bomba circulación agua caldereta	4	3,50	1,05	4,20	4	0,85	11,90	2	0,43	3,01	4	0,85	11,90	2	0,43	3,01
Generador Agua dulce	1	14,00	14,00	14,00	1	0,43	6,02	1	0,43	6,02	1	0,43	6,02			-
Bomba eyector A.S generador AD	1	6,00	7,80	7,80	1	0,43	2,58	1	0,43	2,58	1	0,43	2,58			-
Bomba circ. AS auxiliar MM.AA	2	40,00	46,00	92,00	2	0,85	68,00	2	0,60	48,00	2	0,85	68,00			-
TOTAL E.Caldera y generac. eléctrica	131,800				89,700			60,810			89,700			8,170		
Equipo de seguridad y maniobra de carga																
Chigres pescantes	2	14,00	14,00	28,00			-			-			-			-
Control remoto de válvulas	1	3,00	3,00	3,00	1	0,43	1,29	1	0,43	1,29	1	0,43	1,29	0		
Bomba C.I de emergencia	1	37,20	42,78	42,78	1	0,28	10,42			-	1	0,28	10,42			-
		141,6														
Bomba C.I	3	5	162,90	488,70	1	0,28	39,66	2	0,28	79,33	2	0,28	79,33			-
Bomba de sentinas	3	62,00	74,40	223,20	2	0,43	53,32	1	0,43	26,66	2	0,43	53,32	2	0,15	18,60
Bomba de lastre	4	26,75	32,10	128,40	2	0,43	23,01	2	0,43	23,01	2	0,43	23,01	2	0,43	23,01
Bomba antiescora	1	48,20	55,43	55,43	0		-			-			-	1	0,43	20,73
B.Separador de sentinas	2	2,40	3,12	6,24	1	0,28	0,67			-	1	0,28	0,67	1	0,15	0,36
Bomba de descarga sentinas	2	2,40	3,12	6,24	1	0,85	2,04			-	1	0,85	2,04			-
Bomba de achique caja de cadenas	2	2,40	3,12	6,24			-			-	2	0,85	4,08			-
Bomba rociadores garajes	6	18,30	21,96	131,76	5		-			-			-			-
Bomba rociadores habilitación	2	18,10	21,72	43,44			-			-			-			-
TOTAL E.seguridad y maniobra de carga	1163,433				130,406			130,281			174,149			62,691		
Equipo de gobierno y maniobra																

Bombas servomotor	3	24,20	29,04	87,12	2	0,43	20,81	2	0,43	20,81	2	0,43	20,81			
		163,8														
Molinetes	2	0	163,80	327,60	2	0,43	140,87		-			-		-		
Chigres proa	2	76,46	76,46	152,92	2	0,85	129,98		-			-		-		
Chigres de popa	2	76,46	76,46	152,92	2	0,85	129,98		-			-		-		
		1.510,														
Hélices de maniobra de proa	2	00	1.766,70	3.533,40	2	0,85	2.567,00		-			-		-		
TOTAL E.gobierno y maniobra	4253,960				2988,644			20,812			20,812			0,000		
Equipo de acondicionamiento																
Ventiladores CC.MM	6	18,00	22,50	135,00	6	0,85	91,80	4	0,43	30,96	6	0,85	91,80	4	0,43	30,96
Ventiladores local purificadoras	1	6,00	7,50	7,50	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10
Extractor local purificadoras	1	6,00	7,50	7,50	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10			-
Extractor CC.MM	3	12,00	15,00	45,00	3	0,85	30,60	2	0,43	10,32	3	0,85	30,60	3	0,43	15,48
Ventilador local MM.AA	4	8,00	10,00	40,00	4	0,85	27,20	2	0,43	6,88	4	0,85	27,20	2	0,43	6,88
Extractor local MM.AA	2	8,00	10,00	20,00	2	0,85	13,60	2	0,43	6,88	2	0,85	13,60	1	0,43	3,44
Ventilación bodegas	32	4,93	5,18	165,75	29	0,85	121,60	10	0,85	41,93	20	0,43	42,42	29	0,85	121,60
Ventilación servo	2	0,32	0,40	0,80	2	0,85	0,54	2	0,85	3,40			-			-
Ventilación oficina control carga	2	0,80	1,00	2,00	2	0,85	1,36			-			-			-
Extracción maq. Aux. proa	2	6,00	7,50	15,00	2	0,85	10,20			-	2	0,85	10,20	1	0,43	2,58
Ventilador tronco escaleras	6	2,30	2,88	17,25			-	6	0,85	11,73	6	0,85	11,73	6	0,85	11,73
Ventilación pañoles	6	0,60	0,75	4,50	6	0,85	3,06			-	6	0,85	3,06			-
Ventilación local tomas de combustible	2	0,80	1,00	2,00			-			-			-	2	0,85	1,36
Ventilación lavanderias	2	0,31	0,39	0,78			-			-			-			-
Ventilación local hélice proa	2	3,20	4,00	8,00	1	0,43	1,38			-			-	1	0,43	1,38
Ventilación local A. acondicionado	2	0,40	0,50	1,00	1	0,43	0,17	1	0,43	0,17	1	0,43	0,17	1	0,43	0,17
Ventilación local g. emergencia	1	0,40	0,50	0,50			-			-			-			-
Ventilación cocina	4	0,40	0,50	2,00	2	0,43	0,34	2	0,43	0,34	2	0,43	0,34	2	0,43	0,34
Extractor cocina	1	0,40	0,50	0,50	1	0,85	0,34	1	0,85	0,34	1	0,85	0,34	1	0,85	0,34
Ventilación Local baterias	2	0,40	0,50	1,00	1	0,43	0,17				1	0,43	0,17	1	0,43	0,17
Ventilación local maq. Hidráulica de proa	2	0,80	1,00	2,00	1	0,85	0,68			-	1	0,85	0,68	1	0,85	0,68
Ventilación local maq. Hidráulica de popa	2	0,80	1,00	2,00	1	0,85	0,68			-	1	0,85	0,68	1	0,85	0,68
Extractor local CO2	2	0,31	0,39	0,78	1	0,43	0,13			-	1	0,43	0,13	1	0,43	0,13
Extractor hospital	1	0,15	0,19	0,19	1	0,85	0,13			-	1	0,85	0,13			-
Ventilación tronco ascensor	3	0,31	0,39	1,16	3	0,85	0,79			-	3	0,85	0,79			-
Extractor local a. acond.	2	0,31	0,39	0,78	1	0,43	0,13			-	1	0,43	0,13			-
Compresores de aire acondicionado	3	40,33	50,42	151,25	2	0,64	51,62	1	0,43	17,34	2	0,64	51,62	2	0,43	34,69
Bombas agua aire acondic.	3	15,00	18,75	56,25	1	0,43	6,45	1	0,43	6,45	2	0,64	19,20	2	0,43	12,90

Unidades Gambuza refrigerada	2	20,00	20,00	20,00	1	0,64	12,80	1	0,43	8,60	1	0,64	12,80	1	0,64	12,80
Unidades A.A en cabina control	1	12,40	15,50	15,50	1	0,85	10,54	1	0,85	10,54	1	0,85	10,54	1	0,85	10,54
<b>TOTAL E. de acondicionamiento</b>				<b>725,969</b>			<b>396,526</b>			<b>42,933</b>			<b>338,551</b>			<b>273,951</b>
<b>Equipo de carga y descarga</b>																
Bombas de la planta hidráulica	3	65,00	74,75	224,25			-	0	-	-			-	3	0,85	165,75
Enchufes para tráileres refrigerados	60	12,00	15,00	900,00	60	0,85	612,00			-			-	30	0,85	306,00
Ascensor	1	7,00	8,75	8,75	1	0,64	4,48	1	0,64	4,48	1	0,64	4,48	1	0,64	4,48
Compresor aire trabajo	4	6,00	7,50	30,00	1	0,21	1,26	1	0,21	1,26	1	0,21	1,26	1	0,21	1,26
<b>TOTAL E. carga y deascarga</b>				<b>1163,000</b>			<b>617,740</b>			<b>5,740</b>			<b>5,740</b>			<b>477,490</b>
<b>Equipo de cocina y alojamiento</b>																
Cocina	1	28,00	28,00	28,00	1	0,85	23,80	1	0,85	23,80	1	0,85	23,80	1	0,85	23,80
Lavanderia	1	21,00	21,00	21,00	1	0,17	3,57			-	1	0,85	17,85	1	0,85	17,85
Frigoríficos	8	2,40	3,00	24,00	8	0,85	16,32	8	0,85	16,32	8	0,85	16,32	8	0,85	16,32
Bombas AD sanitaria fria	2	4,70	5,88	11,75	1	0,28	1,32	1	0,28	1,32	1	0,28	1,32	1	0,28	1,32
Bombas AD sanitaria caliente	2	2,90	3,63	7,25	1	0,21	0,61	1	0,21	0,61	1	0,21	0,61	1	0,21	0,61
B.Agua potable	2	1,24	1,54	3,09	1	0,43	0,53	1	0,43	0,53	1	0,43	0,53	1	0,43	0,53
Planta séptica	2	12,00	15,00	30,00	1	0,85	10,20	1	0,85	10,20	1	0,85	10,20	1	0,43	5,16
B.descarga aguas grises	2	3,40	4,25	8,50	1	0,85	2,89			-	1	0,85	2,89			-
Incinerador	1	14,00	14,00	14,00			-			-	1	0,85	11,90			-
Potabilizador	1	7,50	7,50	7,50	1	0,28	2,10			-	1	0,43	3,23			-
<b>TOTAL E. cocina y alojamiento</b>				<b>155,088</b>			<b>61,336</b>			<b>52,776</b>			<b>88,641</b>			<b>65,586</b>
<b>Electrónica y alumbrado</b>																
Equipo de radio principal	1	5,00	5,00	5,00	1	0,85	4,25	1	0,85	4,25	1	0,85	4,25	1	0,85	4,25
Equipo de navegación y comunicaciones	1	14,00	14,00	14,00	1	0,85	11,90	1	0,85	11,90	1	0,85	11,90	1	0,85	11,90
Alumbrado en cubiertas de carga	1	32,53	32,53	32,53	1	0,85	27,65	1	0,85	27,65	1	0,85	27,65	1	0,85	27,65
Alumbrado de espacios de máquinas	1	25,02	25,02	25,02	1	0,85	21,26	1	0,85	21,26	1	0,85	21,26	1	0,85	21,26
Alumbrado espacios tripulación	1	8,34	8,34	8,34	1	0,85	7,09	1	0,85	7,09	1	0,85	7,09	1	0,85	7,09
Alumbrado otros	1	28,23	28,23	28,23	1	0,85	24,00	1	0,85	24,00	1	0,85	24,00	1	0,85	24,00
Alumbrado de emergencia exterior	1	6,00	6,00	6,00	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10	1	0,85	5,10
Alumbrado emenrgencia interior	1	28,00	28,00	28,00	1	0,85	23,80	1	0,85	23,80	1	0,85	23,80	1	0,85	23,80
Luces exteriores	1	8,00	8,00	8,00	1	0,85	6,80	1	0,85	6,80	1	0,85	6,80	1	0,85	6,80
Luces de navegación	1	0,78	0,78	0,78	1	0,85	0,66	1	0,85	0,66	1	0,85	0,66	1	0,85	0,66
Cargador baterias	1	24,00	24,00	24,00	1	0,85	20,40	1	0,85	20,40	1	0,85	20,40	1	0,85	20,40
Alumbrado transitorio	1	5,00	5,00	5,00	1	0,85	4,25	1	0,85	4,25	1	0,85	4,25	1	0,85	4,25
<b>TOTAL Electrónica y alumbrado</b>				<b>184,895</b>			<b>157,161</b>			<b>157,161</b>						<b>157,161</b>

				157,16	
--	--	--	--	--------	--

## 2. Balance eléctrico de la Planta de emergencia

	Nº Unids. instaladas	P unitaria adsorbida (Kw)	P. unitaria Nominal (Kw)	Potencia total instalada (Kw)	Emergencia		
					U. Servic.	Ku	KW
<b>Equipo Aux. Planta Propulsora</b>							
Bomba circ. AD MM.PP (BT)	4	54,72	62,93	251,71	1	0,57	31,19
Bomba circ. AD MM.AA (BT)	3	35,38	40,69	122,06			-
Bomba circ. AS MM.PP	3	31,65	36,40	109,19	2	0,57	36,08
Bomba lubric. reductora	3	14,50	16,68	50,03	1	0,85	12,33
Bomba aceite prelubricación	3	24,50	28,18	84,53	1	0,21	5,15
Bomba hélice CPP	2	24,00	27,60	55,20	1	0,85	20,40
Compresor aire de arranque	2	14,91	17,15	34,29	2	0,43	12,82
Compresor de emergencia	1	6,00	6,90	6,90	1	0,85	5,10
Bomba refriger. compresores de aire de arranque	2	2,90	3,34	6,67			-
Equipo tratamiento de LNG	1	15,00	17,25	17,25			-
<b>TOTAL E.Aux. Planta Propulsora</b>				<b>737,829</b>			<b>123,064</b>
<b>Equipo de Trasiego y purificación</b>							
Bomba aliment. Combustible MM.PP	4	3,20	3,52	14,08	4	0,43	5,50



Bomba circ. Combustible MM.PP	8	7,13	7,85	62,77	2	0,43	6,13
Bomba aliment. Combustible MM.AA	3	2,60	2,86	8,58	2	0,85	4,42
Bomba circ. Combustible MM.AA	6	2,00	2,20	13,20	2	0,85	3,40
Unidad alimentación comb. MM.AA	2	3,00	3,00	6,00	2	0,43	2,58
Bomba trasiego MDF	2	3,83	4,78	9,57			-
Bomba trasiego LNG	3	3,83	4,78	14,35			-
Bombas aliment. Separadoras MDF	2	0,79	1,03	2,05			-
Bombas lodos separadoras MDF	2	0,10	0,13	0,26			-
Unidades separadoras MDF*	5	2,00	2,60	13,00	1	0,60	1,20
Compresor alimentac. LNG	2	7,00	7,00	14,00			-
Bomba circ. agua técnica	3	1,20	1,56	4,68			-
Bomba trasiego agua técnica	4	4,80	6,24	24,96			-
Calentador depurador. Aceite	2	45,00	56,25	112,50			-
Filtro aceite MM:PP	2	1,70	2,13	4,25			-
Virador	2	9,00	11,25	22,50			-
Bombas traasiego aceite	2	1,30	1,63	3,25			-
Unidades separadoras de aceite MM.PP	3	14,00	17,50	52,50			-
Unidades separadoras de aceite MM.AA	1	12,00	15,00	15,00			-
Viscosímetros	2	1,00	1,25	2,50	1	0,85	0,85
<b>TOTAL E.Trasiego y purificación</b>				<b>400,001</b>			<b>0,850</b>
<b>Equipo de Caldera y generación elect.</b>							
Quemador de caldera	3	4,00	4,00	12,00	2	0,10	0,80

Anexo I: Balance eléctrico

Noelia López Puenteueva

Bombas alimentación comb.calderas	3	2,00	0,60	1,80	2	0,10	0,40
Bomba circulación agua caldereta	4	3,50	1,05	4,20	2	0,43	3,01
Generador Agua dulce	1	14,00	14,00	14,00	1	0,43	6,02
Bomba eyector A.S generador AD	1	6,00	7,80	7,80	1	0,43	2,58
Bomba circ. AS auxiliar MM.AA	2	40,00	46,00	92,00	2	0,60	48,00
<b>TOTAL E.Caldera y generac. eléctrica</b>				<b>131,800</b>			<b>60,810</b>
<b>Equipo de seguridad y maniobra de carga</b>							
Chigres pescantes	2	14,00	14,00	28,00	2	0,85	23,80
Control remoto de válvulas	1	3,00	3,00	3,00			-
Bomba C.I de emergencia	1	37,20	42,78	42,78	1	0,43	16,00
Bomba C.I	3	141,65	162,90	488,70			-
Bomba de sentinas	3	62,00	74,40	223,20	2	0,28	34,72
Bomba de lastre	4	26,75	32,10	128,40			-
Bomba antiescora	1	48,20	55,43	55,43			-
B.Separador de sentinas	2	2,40	3,12	6,24			-
Bomba de descarga sentinas	2	2,40	3,12	6,24			-
Bomba de achique caja de cadenas	2	2,40	3,12	6,24			-
Bomba rociadores garajes	6	18,30	21,96	131,76	4	0,43	31,48
Bomba rociadores habilitación	2	18,10	21,72	43,44	1	0,43	7,78
<b>TOTAL E.seguridad y maniobra de carga</b>				<b>1163,433</b>			<b>89,975</b>
<b>Equipo de gobierno y maniobra</b>							
Bombas servomotor	3	24,20	29,04	87,12	2	0,43	20,81
Molinetes	2	163,80	163,80	327,60	2	0,43	140,87

Anexo I: Balance eléctrico  
Noelia López Puenteueva

Chigres proa	2	76,46	76,46	152,92	-		
Chigres de popa	2	76,46	76,46	152,92	-		
Hélices de maniobra de proa	2	1.510,00	1.766,70	3.533,40	-		
<b>TOTAL E.gobierno y maniobra</b>				<b>4253,960</b>		<b>161,680</b>	
<b>Equipo de acondicionamiento</b>							
Ventiladores CC.MM	6	18,00	22,50	135,00	6	0,85	91,80
Ventiladores local purificadoras	1	6,00	7,50	7,50			-
Extractor local purificadoras	1	6,00	7,50	7,50			-
Extractor CC.MM	3	12,00	15,00	45,00			-
Ventilador local MM.AA	4	8,00	10,00	40,00	4	0,85	27,20
Extractor local MM.AA	2	8,00	10,00	20,00			-
Ventilación bodegas	32	4,93	5,18	165,75			-
Ventilación servo	2	0,32	0,40	0,80			-
Ventilación oficina control carga	2	0,80	1,00	2,00			-
Extracción maq. Aux. proa	2	6,00	7,50	15,00			-
Ventilador tronco escaleras	6	2,30	2,88	17,25			-
Ventilación paños	6	0,60	0,75	4,50			-
Ventilación local tomas de combustible	2	0,80	1,00	2,00			-
Ventilación lavanderias	2	0,31	0,39	0,78			-
Ventilación local hélice proa	2	3,20	4,00	8,00			-
Ventilación local A. acondicionado	2	0,40	0,50	1,00			-
Ventilación local g. emergencia	1	0,40	0,50	0,50	1	0,85	0,34
Ventilación cocina	4	0,40	0,50	2,00			-
Extractor cocina	1	0,40	0,50	0,50			-
Ventilación Local baterias	2	0,40	0,50	1,00			-

Anexo I: Balance eléctrico  
Noelia López Puenteueva

Ventilación local maq. Hidráulica de proa	2	0,80	1,00	2,00			-
Ventilación local maq. Hidráulica de popa	2	0,80	1,00	2,00			-
Extractor local CO2	2	0,31	0,39	0,78	1	0,43	0,13
Extractor hospital	1	0,15	0,19	0,19			-
Ventilación tronco ascensor	3	0,31	0,39	1,16			-
Extractor local a. acond.	2	0,31	0,39	0,78			-
Compresores de aire acondicionado	3	40,33	50,42	151,25	1	0,64	25,81
Bombas agua aire acondic.	3	15,00	18,75	56,25			-
Unidades Gambuza refrigerada	2	20,00	20,00	20,00			-
Unidades A.A en cabina control	1	12,40	15,50	15,50			-
<b>TOTAL E. de acondicionamiento</b>				<b>725,969</b>			<b>145,286</b>
<b>Equipo de carga y descarga</b>							
Bombas de la planta hidráulica	3	65,00	74,75	224,25			
Enchufes para tráileres refrigerados	60	12,00	15,00	900,00			
Ascensor	1	7,00	8,75	8,75	1	0,64	4,48
Compresor aire trabajo	4	6,00	7,50	30,00			
<b>TOTAL E. carga y deascarga</b>				<b>1163,000</b>			<b>4,480</b>
<b>Equipo de cocina y alojamiento</b>							
Cocina	1	28,00	28,00	28,00			-
Lavanderia	1	21,00	21,00	21,00			-
Frigoríficos	8	2,40	3,00	24,00			-
Bombas AD sanitaria fria	2	4,70	5,88	11,75	1	0,28	1,32

Anexo I: Balance eléctrico  
Noelia López Puenteueva

Bombas AD sanitaria caliente	2	2,90	3,63	7,25	1	0,21	0,61
B.Agua potable	2	1,24	1,54	3,09			-
Planta séptica	2	12,00	15,00	30,00			-
B.descarga aguas grises	2	3,40	4,25	8,50			-
Incinerador	1	14,00	14,00	14,00			-
Potabilizador	1	7,50	7,50	7,50			-
<b>TOTAL E. cocina y alojamiento</b>				<b>155,088</b>			<b>1,925</b>
<b>Electrónica y alumbrado</b>							
Equipo de radio principal	1	5,00	5,00	5,00	1	0,43	2,15
Equipo de navegación y comunicaciones	1	14,00	14,00	14,00	1	0,85	11,90
Alumbrado en cubiertas de carga	1	32,53	32,53	32,53			-
Alumbrado de espacios de máquinas	1	25,02	25,02	25,02			-
Alumbrado espacios tripulación	1	8,34	8,34	8,34			-
Alumbrado otros	1	28,23	28,23	28,23			-
Alumbrado de emergencia exterior	1	6,00	6,00	6,00	1	0,85	5,10
Alumbrado emergencia interior	1	28,00	28,00	28,00	1	0,85	23,80
Luces exteriores	1	8,00	8,00	8,00			-
Luces de navegación	1	0,78	0,78	0,78	1	0,85	0,66
Cargador baterías	1	24,00	24,00	24,00	1	0,85	20,40
Alumbrado transitorio	1	5,00	5,00	5,00	1	0,85	4,25
<b>TOTAL Electrónica y alumbrado</b>				<b>184,895</b>			<b>68,263</b>

# **Anexo II:**

Tablas de rendimientos  
de bombas

## 1. Rendimientos bombas centrífugas

**Tabla 1: Rendimientos de la bomba**

Caudal de bomba (m <sup>3</sup> /h)	Rendimiento ( $\eta_b$ )
$\geq 500$	0,77
$500 > \geq 300$	0,75
$300 > \geq 100$	0,71
$100 > \geq 30$	0,65
$30 > \geq 2$	0,6
$2 >$	0,4

**Tabla 2: Rendimientos eléctricos**

Potencia en el eje (CV)	Rendimiento ( $\eta_{el}$ )
$\geq 60$	0,92
$60 > \geq 40$	0,91
$40 > \geq 30$	0,905
$30 > \geq 20$	0,9
$20 > \geq 10$	0,88
$10 > \geq 7,5$	0,86
$7,5 > \geq 2$	0,83
$5 > \geq 2$	0,8
$2 >$	0,73

**Tabla 3: Coeficientes potencia absorbida**

Potencia absorbida de red (CV)	Coeficiente(K)
$\geq 100$	1,1
$100 > \geq 25$	1,15
$25 > \geq 10$	1,2
$10 > \geq 5$	1,25
$5 >$	1,3

## 2. Rendimientos bombas de husillo

**Tabla 4: Rendimientos de la bomba**

Caudal de bomba (m <sup>3</sup> /h)	Rendimiento ( $\eta_b$ )
$\geq 250$	0,5
$250 > \geq 200$	0,49
$200 > \geq 125$	0,48
$125 > \geq 60$	0,47
$60 > \geq 30$	0,46
$30 > \geq 10$	0,45
$10 > \geq 5$	0,44
$5 > \geq 1,5$	0,42
$1,5 >$	0,4

**Tabla 5: Rendimientos eléctricos**

Potencia en el eje (CV)	Rendimiento ( $\eta_{el}$ )
$\geq 60$	0,92
$60 > \geq 40$	0,91
$40 > \geq 30$	0,905
$30 > \geq 20$	0,9
$20 > \geq 10$	0,88
$10 > \geq 7,5$	0,86
$7,5 > \geq 2$	0,83
$5 > \geq 2$	0,8
$2 >$	0,73

**Tabla 6: Coeficientes potencia absorbida**

Potencia absorbida de red (CV)	Coeficiente(K)
$\geq 60$	1,05
$60 >$	1,1



### 3. Rendimientos bombas alternativas

**Tabla 7: Rendimientos de la bomba**

Caudal de bomba (m <sup>3</sup> /h)	Rendimiento ( $\eta_b$ )
$\geq 200$	0,8
$200 > \geq 100$	0,75
$100 > \geq 50$	0,7
$50 > \geq 20$	0,65
$20 > \geq 10$	0,6
$10 >$	0,55

**Tabla 8: Rendimientos eléctricos**

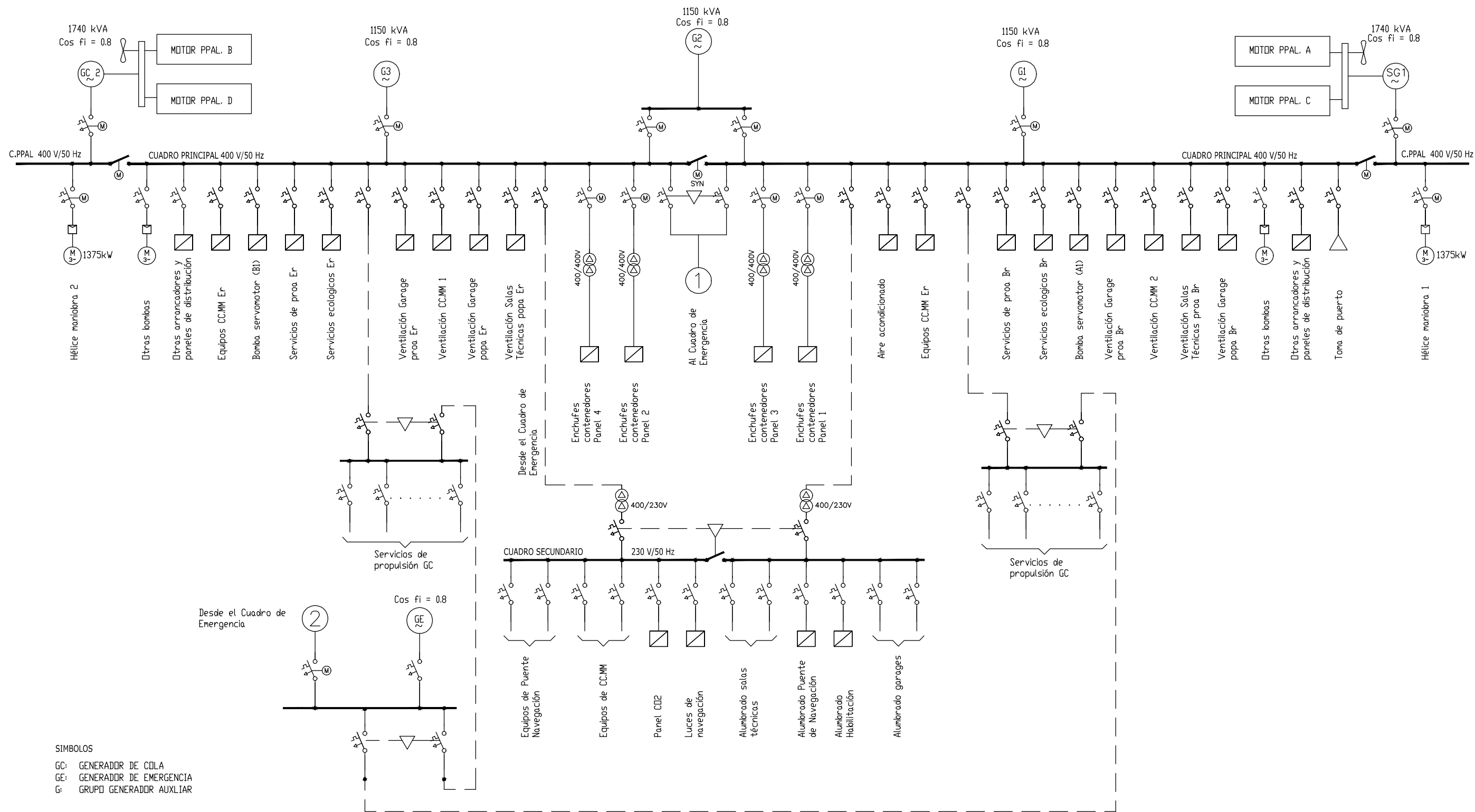
Potencia en el eje (CV)	Rendimiento ( $\eta_{el}$ )
$\geq 60$	0,92
$60 > \geq 40$	0,91
$40 > \geq 30$	0,905
$30 > \geq 20$	0,9
$20 > \geq 10$	0,88
$10 > \geq 7,5$	0,86
$7,5 > \geq 2$	0,83
$5 > \geq 2$	0,8
$2 >$	0,73

**Tabla 9: Coeficientes potencia absorbida**

Potencia absorbida de red (CV)	Coeficiente(K)
$\geq 100$	1,1
$100 > \geq 25$	1,15
$25 > \geq 10$	1,2
$10 > \geq 5$	1,25
$5 >$	1,3

# **Anexo III:**

Diagramas unifilares de la  
Planta Eléctrica



SIMBOLOS

- GC: GENERADOR DE COLA
- GE: GENERADOR DE EMERGENCIA
- G: GRUPO GENERADOR AUXILIAR

SECCIONADOR AUTOMÁTICO


ARRANCADOR

SUMINISTRO O DISTRIBUCIÓN A BORDO

TRANSFORMADOR TRIANGULO-TRIANGULO

MOTOR

MOTORIZADO

Nombre:	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código:	
Noelia López Puentenueva				Nº17-26	
Proyecto:			Curso:	Nº Plano:	
Ro-ro 2800 ml			2017 -18	1	
Título:		Fecha:	Escala:	Hoja:	
Esquema unifilar-Planta Principal		02/11/2017	-	1/2	

MODOS DE OPERACIÓN

NAVEGACIÓN

La planta eléctrica funciona con dos generadores de cola, en cargas elevadas debidas a las condiciones de mar, empleará PTI para dotar potencia propulsora.

MANIOBRA

La planta eléctrica funciona con dos generadores de cola y generadores auxiliares. El tercer generador estará en stand-by

CARGA/DESCARGA

La planta eléctrica funciona con todos los generadores auxiliares.

EMERGENCIA

La planta eléctrica EN BLOCKOUT alimenta el cuadro de emergencia con el generador de emergencia

SÍMBOLOS

GC: GENERADOR DE COLA  
GE: GENERADOR DE EMERGENCIA  
G: GRUPO GENERADOR AUXILIAR

SECCIONADOR AUTOMÁTICO

ARRANCADOR

SUMINISTRO O DISTRIBUCIÓN A BORDO

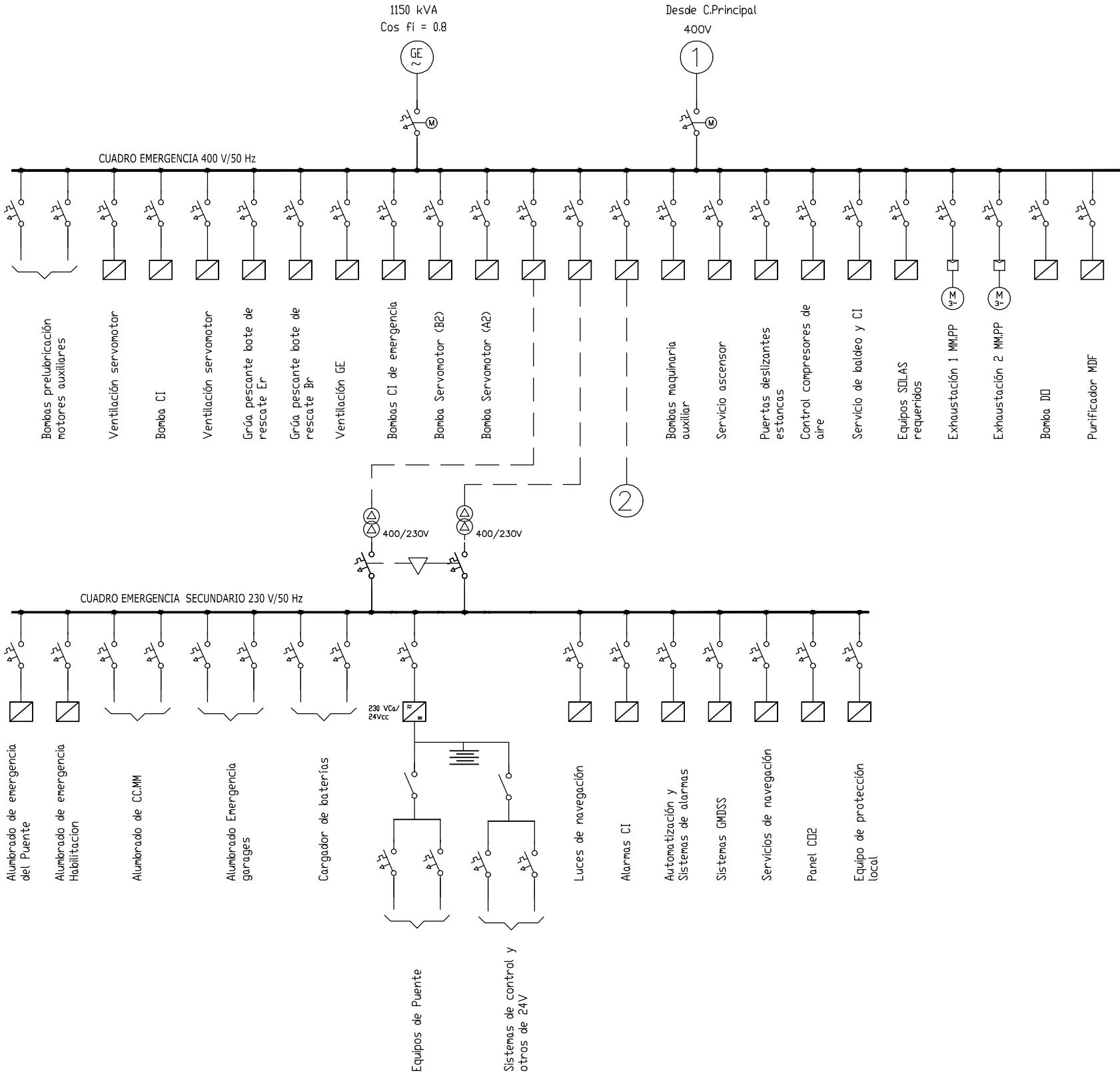
TRANSFORMADOR TRIANGULO-TRIANGULO


MOTOR

RECTIFICADOR

GRUPO DE BATERÍAS

MOTORIZADO



Nombre: Noelia López Puentenueva	Universidad de La Coruña	PROYECTO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA		Código: Nº17-26
Proyecto: Ro-ro 2800 ml			Curso: 2017 -18	Nº Plano: 1
Título: Esquema unifilar-Planta de emergencia	Fecha: 02/11/2017	Escala: -	Hoja: 2/2	



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**  
**CURSO 2017/2018**

---

# Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº12:**

**EQUIPOS Y SERVICIOS**

**ALUMNA**

Noelia López Puente nueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018



## Cdno.12 Equipos y servicios

---

### RESUMEN

Se definen equipos principales de sistemas de gobierno, carga y descarga, salvamento, ventilación, estiba, navegación y comunicaciones, agua sanitaria, lastre y tratamiento de basuras.

Teniendo en cuenta la norma aplicable y SS.CC se realizan los cálculos básicos que dimensionan los equipos garantizando cubrir las necesidades del servicio.

Definese equipos principais de sistemas de goberno, carga e descarga, salvamento, ventilación, estiba, navegación e comunicaciós, auga sanitaria, lastre e tratamento de lixos.

Tendo en conta a norma aplicable e SS.CC realizaranse os cálculos básicos que dimensionan os equipos garantindo cubrir as necesidades do servizo.

Main equipment of government systems, loading and unloading, salvage, ventilation, stowage, navigation and communications, sanitary water, ballast and waste treatment are defined.

Considering the applicable rules and SS.CC, the basic calculations that measure the equipment are carried out guaranteeing to cover the needs of the service.







**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Servicio de amarre, maniobra y fondeo .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Numeral de equipo .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Anclas .....</b>	<b>1</b>
<b>2.3 Cadenas, estachas y amarras .....</b>	<b>2</b>
2.3.1 Caja de cadenas .....	2
2.3.2 Escobén.....	3
<b>2.4 Molinetes y chigres .....</b>	<b>3</b>
2.4.1 Molinetes.....	3
2.4.2 Chigres .....	5
<b>3. Equipos de gobierno .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Servomotores .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Equipos de detección de incendios .....</b>	<b>7</b>
4.1.1 Sistemas de extinción de incendios.....	7
<b>4.3 Extinción de incendios en habitación y espacios de servicio .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4 Extinción de incendios en cubiertas de carga .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Equipos de salvamento .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1 Comunicaciones y alarmas .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2 Señales ópticas .....</b>	<b>16</b>
<b>5.3 Dispositivos individuales de salvamento.....</b>	<b>16</b>
5.3.1 Aros salvavidas .....	16
5.3.2 Chalecos salvavidas .....	16
5.3.3 Trajes de inmersión .....	17
<b>5.4 Embarcaciones de supervivencia .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Sistemas de ventilación.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1 Equipos de ventilación en espacios de máquinas .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2 Sistemas de ventilación en espacios de carga .....</b>	<b>17</b>
<b>7. Sistemas de aire acondicionado .....</b>	<b>19</b>
<b>7.1 Condiciones de temperatura .....</b>	<b>19</b>
<b>7.3 Cálculo de las ganancias y pérdidas de calor .....</b>	<b>20</b>
7.3.1 Instalación de aire acondicionado.....	24

7.3.2 Sistema de distribución de aire acondicionado .....	27
<b>8. Equipos de habilitación y espacios de servicios .....</b>	<b>29</b>
8.1 Gambuzas .....	29
8.2 Paños .....	29
8.3 Cocina y oficios .....	29
8.4 Aseos .....	30
8.5 Lavanderías.....	30
<b>9. Equipos de carga y descarga .....</b>	<b>30</b>
9.1 Medios de acceso de carga .....	30
9.1.1 Puerta rampa de acceso a proa .....	31
9.1.2 Rampa-puerta de costado .....	31
9.1.2 Rampa-puerta de popa.....	31
9.2 Medios de transferencia de carga .....	31
9.2.2 Rampas articuladas.....	32
9.2.3 Rampa fija .....	32
9.2.4 Montacargas.....	32
9.3 Acceso del práctico .....	32
9.4 Maquinaria electro-hidráulica .....	32
<b>10. Sistemas de estiba de la carga .....</b>	<b>33</b>
10.1 Puntos de sujeción .....	33
10.2 Equipos de estiba .....	34
<b>11. Equipo de navegación y comunicaciones .....</b>	<b>34</b>
11.1 Equipo de navegación .....	34
11.2 Equipo de comunicaciones internas y externas .....	35
<b>12. Servicio de agua sanitaria .....</b>	<b>36</b>
12.1 Tanque de almacén de agua dulce .....	39
12.2 Bombas de circulación de agua sanitaria.....	40
12.3 Tanque hidróforo de agua fría sanitaria .....	42
12.4 Tanque hidróforo de agua caliente sanitaria .....	42
12.5 Calentador .....	43
12.6 Planta destiladora .....	44
<b>13. Sistema de tratamiento séptico.....</b>	<b>44</b>

13.1 Planta tratamiento séptico .....	44
13.2 Bombas de circulación y descarga de aguas grises.....	46
<b>14. Servicio de vapor .....</b>	<b>47</b>
14.1 Criterios del balance vapor .....	47
14.2 Datos de partida.....	48
14.2.1 Propiedades de fluidos .....	48
14.2.2 Condiciones ambientales.....	48
14.2.3 Elevación de temperatura de tanques .....	48
14.2.4 Coeficiente de transferencia térmica en tanques .....	49
14.3 Cálculo de consumos de vapor.....	49
14.3.1 Calentadores de tanques.....	51
14.3.4 Calentadores purificadores de MDF.....	51
14.3.5 Calentadores purificadores de aceite MM.PP .....	51
14.3.6 Calentadores purificadores de aceite MM.AA .....	51
14.3.8 Precalentadores de agua dulce de cilindros de MMPP .....	52
14.3.9 Precalentadores de agua dulce de cilindros de MMAA .....	52
14.3.10 Calentadores sanitarios de agua dulce.....	52
14.3.11 Unidades de aire acondicionado .....	53
14.3.12 Servicio hotel .....	53
14.4 Balance de vapor.....	53
14.5 Planta generadora de vapor. ....	55
<b>15. Servicio de lastre y sentinas .....</b>	<b>56</b>
15.1 Sistema de lastre y antiescora .....	56
15.1.1 Equipo antiescora .....	58
15.2 Sistema de sentinas.....	59
15.2.1 Colector de sentinas y pocetes.....	59
<b>16. Tratamiento de basuras .....</b>	<b>60</b>
<b>16. Bibliografía.....</b>	<b>62</b>
ANEXO I	
<b>1. Ventilación espacios de máquinas.....</b>	<b>64</b>

ANEXO II: Ganancias y pérdidas de calor

**1. Condición de invierno..... 67**

**2. Condición de verano ..... 69**

ANEXO III: Equipos de carga y descarga

ANEXO IV: Consumos de vapor

**1. Consumos de vapor de tanques..... 90**

## 1. Introducción

En este cuaderno se definen equipos y servicios a bordo del buque para su buen funcionamiento. Se determinarán los cálculos y dimensionamiento de acuerdo a la normativa de la Sociedad Clasificadora, MARPOL y SOLAS.

## 2. Servicio de amarre, maniobra y fondeo

### 2.1 Numeral de equipo

Los equipos de amarre y fondeo dependen del Numeral de equipo determinado por la siguiente expresión:

$$N = \Delta^{2/3} + 2 \cdot B \cdot h + 0,1 \cdot A$$

Donde ,

$\Delta$  = 18679 t, desplazamiento máximo al calado de verano.

B = 25,2 m, manga máxima de trazado.

H = 24,6 m, altura efectiva desde la flotación de verano hasta el techo de la caseta o superestructura más alta con ancho superior a B/4 m.

A = 2407,9 m<sup>2</sup>, superficie lateral del casco, de la superestructura y casetas con anchura superior a B/4 por encima de la flotación de verano y comprendida entre la eslora entre perpendiculares.

El numeral obtenido es:

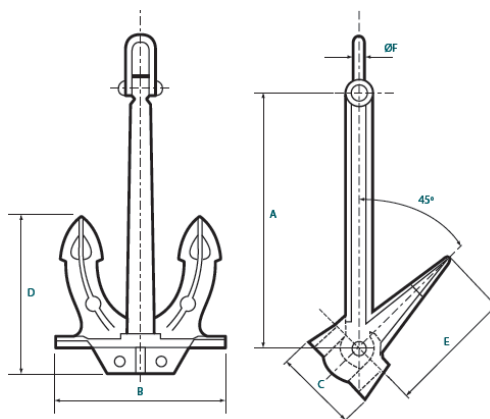
$N = 2185$

### 2.2 Anclas

Partiendo del Numeral obtenido y según el DNV-GL *Part 3, Chapter 11, Section 1 (2016)*, el buque proyecto corresponde para el numeral comprendido 2080-2229, de letra H, con 2 anclas más 1 de respeto de 6450 kg cada una.

Las anclas serán de tipo Hall modelo A3-10013 por su buena maniobrabilidad y reducidas dimensiones. Estará unida a la cadena mediante un grillete giratorio y eslabones de conexión.

**Figura 1: Anclas tipo Hall**



## 2.3 Cadenas, estachas y amarras

Las cadenas serán de tipo K2 (calidad especial) por su relación eficacia/coste. Según la Sociedad Clasificadora se tiene las siguientes dimensiones:

**Tabla 1: Características cadenas**

Longitud total de la cadena (L)	605 m
Diámetro (d)	70 mm
Nº de largos (27,5 m c/u)	22 (11 a babor y 11 a estribor)

Los largos de cadena están unidos mediante grilletes tipo Kenter.

Las estachas y amarras obtenidas por el Numeral propuesto por la SS.CC son:

- *Cable de remolque:* dispondrá de un cable de longitud mínima de 240 m y 1259 KN de carga rotura.
- *Estachas:* se dispondrá de 5 líneas de amarre de 200 m de longitud cada una y 422 KN de rotura mínima.

### 2.3.1 Caja de cadenas

Habrà dos cajas de cadenas, una por cada cadena. En la caja ha de contener el volumen de la cadena estibada, por lo que el volumen total de la caja de cadenas mínimo según SS.CC será:

$$V = 1,1 \cdot L \cdot d^2 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)} = 32,6 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cadena estibada}} = 8,5 \cdot L \cdot d^2 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)} = 25,198 \text{ m}^3$$



La base de la caja será rectangular 4 m x 2m con altura libre de 3500 mm. A estos valores añadimos 0,7 m por debajo de la caja de cadenas para facilitar el drenado. Con los datos obtenidos, se estima el volumen individual de la caja de cadena:

$$V_{\text{caja de cadenas}} = 33,6 \text{ m}^3$$

### 2.3.2 Escobén

El escoben permite el paso de la cadena desde el exterior a la caja de cadenas. Habrá uno en cada banda reforzado en boca y concha para protegerlos del desgaste del paso de la cadena de ancla.

El diámetro estimado se obtiene de la siguiente fórmula:

$$D_{\text{escoben}} = (0,03867 \cdot (100 - d) + 7,5) \cdot d = 606,2 \text{ mm}$$

$$D_{\text{escoben}} = 607 \text{ mm}$$

## 2.4 Molinetes y chigres

### 2.4.1 Molinetes

Las características del molinete se calculan a partir del esfuerzo originado por la cadena y el ancla. Los molinetes dispondrán de chigre de amarre de tensión constante, para aliviar tensión se dispondrá de estopores entre el escobén y el molinete.

En el DNV-GL *Part1, Chapter 2, Section 14*, se definen las características que ha de tener el molinete:

- La fuerza continua ejercida (tiro, T) a 100 m de profundidad del ancla durante 30 min. a la velocidad de 0,15 m/s ha de ser igual al valor resultante de la expresión para aceros de grado K2.

$$T = d^2 (f + 0,218 \cdot (h - 100)) \text{ (N)}$$

d, diámetro de la cadena en mm.

h, altura del ancla. Se considera h = 2,920 m

f, factor nominal de tiro. Para K2, f = -42,5

$$T_1 = 312 \text{ KN}$$

- El tiro máximo ejercido durante 2 minutos mínimo, soportado ha de ser:

$$T_{\text{max}} = 1,5 T \text{ (N)} = 468 \text{ KN}$$

Será permitido al 20% de sobrecarga en breve periodo. Como norma práctica se tendrá según la revista de Ingeniería Naval.

Soportar el frenado con el barboten desembragado la mayor carga estática de los valores:

$$a) \quad T = 0,21 \cdot d^2 \cdot (50 - 0,2 d) = 37044 \text{ N}$$

$$b) \quad T = 0,15 \cdot F_r ;$$

Siendo  $F_r$ , carga de rotura de la cadena K2 = 760 KN.

$$T_3 = 114 \text{ KN}$$

La potencia de accionamiento del molinete se calculará para 3 largos de cadena correspondientes al esfuerzo del barboten ( $6,5 d^2$ , valor estándar) en función a la velocidad de izado de 9 m/min = 0,15 m/s. Se tomará el mayor valor de la fuerza a soportar anteriormente mencionada.

Se considera un rendimiento del 70% para el molinete y 60 % para el escobén. Se calcula la potencia media como:

$$P_M = 0,736 \cdot \frac{85,3 \cdot (P_a + 0,02L \cdot d_c^2) \cdot V_s}{60 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} = 163,778 \text{ Kw}$$

$P_a$ , peso del ancla = 6450 Kg

$d_c$ , diámetro de la cadena = 70 mm

$L$ , longitud de la cadena = 605 m

$V_s$ , velocidad de izada = 9 m/min

$\eta_m$ , rendimiento del molinete

$\eta_e$ , rendimiento del escobén

$$P_{\text{molinete}} = 163,8 \text{ Kw}$$

## 2.4.2 Chigres

Se dispondrán de 2 chigres de amarre en la zona de proa y 2 chigres en la zona de popa. Los chigres de accionamiento electro-hidráulico serán de doble tambor. La tensión de trabajo será calculada como sigue conociendo la carga de trabajo y rotura de amarras:

### 2.4.2.1 Carga de rotura de las líneas de amarre

Tomando la carga de rotura con el valor recomendado de ISO:

$$C_{rotura\_amarre} = 2,25 \cdot MBL = 949,5 \text{ KN}$$

Se toma este valor como carga de diseño del chigre puesto que no supera el 25% de la carga de rotura de amarre en función del Numeral.

a. Carga de trabajo de chigres

$$C_{trabajo\_chigre} = C_{rotura\_amarre} \cdot 0,25 = 236,25 \text{ KN}$$

La potencia de cada chigre con un rendimiento de 0,80 y a velocidad de trabajo de 15 m/min. será según “Normas prácticas para el diseño de chigres”, el motor del chigre ha de ejercer una hora en continuo la siguiente potencia:

$$P_C = 0,736 \cdot \frac{0,23 \cdot T \cdot V_{izado}}{\eta} = 76,46 \text{ KW}$$

## 3. Equipos de gobierno

Previamente en el Cuaderno 6 ya se seleccionaron algunos equipos de gobierno del conjunto constituido por: timones, servomotores, propulsores, hélices de transversales de maniobra y quillas de balance.

Se estudiarán el resto de elementos como servomotores y hélices transversales.

### 3.1 Servomotores

Los servomotores serán dos equipos rotativos electro-hidráulicos, uno por cada timón con capacidad de 35° de giro a una banda y 30° a otra en un tiempo máximo de 28 segundos.

Serán controlados desde el puente de navegación y estarán sincronizados para ser accionados por piloto automático.

Son constituidos por unidades de potencia, medios para transmitir el par torsor a la mecha y equipo auxiliar.

#### 3.1.1 Potencia del servomotor

Se estimará mediante la siguiente expresión la potencia marcha avante:

$$P_{av} = \frac{0,785 \cdot k \cdot s \cdot v^2}{1000 \cdot \eta} (CV)$$

$$K=0,017 \cdot v^2 - 0,838 \cdot v + 13,92 \rightarrow K= 3,595$$

V, velocidad máxima del buque, v =25 kn.

S, área de la pala del timón en m<sup>2</sup>. S =14,059 m<sup>2</sup>

η, rendimiento del servomotor; η=0,7

$$P_{avante} = 35,425 \text{ Kw}$$

La potencia marcha atrás será:

$$P_{atras} = 1,376 \cdot P_{av} = \mathbf{48,74 \text{ Kw}}$$

### 3.2 Hélices de maniobra

Se instalarán una hélice de maniobra de paso variable por banda accionadas por un motor eléctrico. Las hélices serán suministradas por Rolls Royce de potencia máxima de 1510 Kw con las características indicadas en el Anexo II del Cuaderno 6.

## 4. Servicio de contraincendios

Se consideran la normativa dispuesta en el *Capítulo 2-II* del SOLAS donde indica los siguientes objetivos:

- Evitar que se produzcan incendios y explosiones
- Reducir los peligros para la vida humana que puede presentar un incendio.
- Reducir el riesgo de que el incendio ocasione daños al buque, a su carga o al medio ambiente.
- Contener, controlar y eliminar el incendio en el compartimento de origen.
- Facilitar a la tripulación medios de evacuación adecuados y fácilmente accesibles.

#### **4.1 Equipos de detección de incendios**

De acuerdo al *Capítulo 2-II, parte C*, los equipos de detección se dispondrán en los espacios:

- Espacios de servicio: cocina, pañoles, talleres externos a C. Máquinas
- Puestos de control
- Espacios de alojamiento
- Pasillos, escaleras, vías de evacuación
- Espacios de máquinas
- Locales de maquinaria principal y auxiliar.

En estos espacios se instala un sistema fijo de detección de incendios y alarma de detección de humos controlada desde el puente de navegación y estación de control de la cámara de máquinas.

##### **4.1.1 Sistemas de extinción de incendios**

###### **4.1.1.1 Colector principal y bombas CI**

El colector principal estará conectado a las bombas CI sobre los distintos compartimentos. La capacidad total de las bombas será de 4/3 el caudal de las bombas de sentinas según recomienda el SOLAS.

$$Q_{b\_CI\_SOLAS} = \frac{4}{3} Q_{sentinas} = 232 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tomando el volumen mínimo individual recomendado por SS.CC

$$Q_{b\_CI} = 3,8 \cdot 10^{-3} \cdot d_h^2 = 114,78 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cada bomba no debe tener una capacidad inferior al 80% del total dividida entre el número de bombas y no inferior a 25 m<sup>3</sup>/h. La capacidad total no ha de exceder necesariamente 180 m<sup>3</sup>/h.

Se toma el caudal más restrictivo, de SOLAS. Cada bomba ha de tener la capacidad de **116 m<sup>3</sup>/h** y garantizar 140 m<sup>3</sup>/h con las dos operando simultáneamente.

Para conocer la presión de trabajo de las bombas se calcula las pérdidas de carga por fricción, por variación de presión estática y por los accesorios y válvulas.

Las bombas para el servicio contraincendios han de tener la presión de impulsión que garantice la presión de salida de las bocas de 2,7 bar y compense las pérdidas de carga:

$$P_{\text{impulsión}} = \Delta P_{\text{pérdidas de carga}} + P_{\text{Bocas CI}} = 10,742 + 2,7 = 13,442 \rightarrow 14 \text{ bar.}$$

#### PÉRDIDAS DE CARGA

- Por fricción: utilizando la ecuación de Hazen Williams;

$$p = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85} = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85}$$

Donde:

p, pérdida de carga en el tubo en bar.

Q = 3867, caudal que pasa por el tubo en l/min

d, diámetro interior medio del tubo, en mm.

C = 140 para acero inox., constante por tipo y condición de tubo.

L, longitud equivalente del tubo y accesorios, en metros.

La tubería de contraincendios partirá desde la estación de bombas hasta la Cámara de Máquinas para abastecer a los consumidores de los nebulizadores en Cámara de Máquinas a la altura de la cubierta principal con ramales a la Cámara de Máquinas auxiliar y al local de purificadoras.

También distribuirá a las bocas de incendio de la cubierta principal y de la cubierta superior. Se estima una longitud de tubería del colector de 148 m.

Además se incluirá la presión de trabajo de manguera de la boca CI en habilitación (5 bar) y la pérdida de carga de la propia manguera de 1 bar.

Las pérdidas de carga en el colector como se desglosa a continuación son de:

$$P_1 = 0,895 + 5 + 1 = 6,895 \text{ bar}$$

- Por variación estática

La altura manométrica de las bocas de incendio de la cubierta superior supone un salto (h) de 14,3 m. Luego la pérdida de presión de:

$$P_2 = 0.098 h = 0.098 \cdot 14.3 \text{ m} = 1,4 \text{ bar}$$

- Por accesorios y válvulas

Al desconocer los valores de fabricante se estima para unos valores C de la tabla.

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubo recto de acero (C = 120) <sup>a</sup> m										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
90° Codo soldado (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
Te roscada normal o cruz (con cambio de sentido del flujo)	1,3	1,5	2,1	2,44	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0
Válvula de compuerta - inmediata- mente	—	—	—	—	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Válvula de alarma o retención (con clapeta)	—	—	—	—	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Válvula de alarma o retención (con seta)	—	—	—	—	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Válvula de mariposa	—	—	—	—	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,60	9,9
Válvula de esfera	—	—	—	—	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0
<sup>a</sup> Estas longitudes equivalentes se pueden convertir, en su caso, para tubos con diferentes valores C multiplicando por los siguientes factores:											
C	100	110	120	130	140						
Factor	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33						

Las pérdidas de carga acumuladas por accesorios son:

$$P_3 = 2,447 \text{ bar}$$

Tipo	Cantidad	Le (m) unitaria	Le (m) total	Pérdida de carga (bar)
Te roscada	13	11,438	148,694	0,900
Válvula de retención	2	46,55	93,1	0,563
Válvula de corte	2	63,84	127,68	0,773
Codos roscado 90°	6	4,3	25,8	0,156
Codos roscado 45°	4	2,3	9,2	0,056
<b>Total</b>				<b>2,447 bar</b>

#### 4.1.1.2 Bomba de emergencia

La bomba de de CI de emergencia estará en un espacio separada de las bombas CI principales del espacio de máquinas. En caso de incendio y que las bombas principales no estén activas por lo que esta bomba será autocebante.

La bomba tendrá una capacidad del 40% del total de contraincendios con caudal superior a 25 m<sup>3</sup>/h. Se determina para la misma presión anterior de 14 bar:

$$Q_{b\_CI\_emergencia} = 92,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 4.1.1.3 Diámetro de tuberías CI

Según la SS.CC en *Parte 1, Capítulo 2, Sección 12* recomienda 0,8 d<sub>h</sub> con un mínimo de 50 mm. y máximo de 130 mm. No se considera la velocidad de tubería de sentinas.

$$D_{CI} = 0,8 d_h = 139,04 \text{ mm} \rightarrow 140 \text{ mm}$$

$$D_{CI} = 130 \text{ mm}$$

Los diámetros de tubería se calculan para una velocidad de aspiración de 2.5 m/s (SOLAS exige un mínimo de 2 m/s) y de 1,8 m/s en la impulsión. A partir de la ecuación de la continuidad ( $Q = S \cdot V$ ) se obtiene la sección:

$$S_{aspiración} = \frac{Qt}{V} = \frac{232 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}}{1,8 \text{ m/s}} = 0,0358 \text{ m}^2$$

$$S = \pi \cdot r^2$$

$$S_{impulsión} = \frac{Qt}{V} = \frac{232 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}}{2,5 \text{ m/s}} = 0,026 \text{ m}^2$$



$$r_{\text{aspiración}} = \sqrt{\frac{0,0358}{\pi}} = 0,106m$$
$$r_{\text{impulsión}} = \sqrt{\frac{0,026}{\pi}} = 0,091 m$$

Tomamos el diámetro próximo al estandarizado DN 200.

$$d_{\text{aspiración}} = 212 \text{ mm} \rightarrow \text{DN} = \mathbf{200 \text{ mm}}$$

$$d_{\text{impulsin}} = 182 \text{ mm} \rightarrow \text{DN} = \mathbf{150 \text{ mm}}$$

#### 4.1.1.4 Potencia bomba

La potencia de la bomba será de:

$$P \text{ (Kw)} = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \tau}$$

$Q$  (caudal unitario de la bomba) = 107 m<sup>3</sup>/h

$H$  (presión de descarga) = 142.8 m.c.a.

$\rho$  (densidad del fluido) = 1,025 t/m<sup>3</sup>.

$\eta m$  (rendimiento mecánico) = 0,71.

$$P \text{ (Kw)} = \frac{232 \cdot 142,8 \cdot \rho}{367 \cdot \tau_{mec.}}$$

$$P \text{ (Kw)} = \frac{232 \cdot 142.8 \cdot 1,025}{367 \cdot 0.71} = \mathbf{130,32 \text{ Kw}}$$

La potencia absorbida para cada bomba centrífuga:

$$P \text{ (Kw)} = \frac{\text{Potencia}}{0,92} = \mathbf{141,653 \text{ Kw}}$$

#### 4.1.1.4 Bocas CI

El número y distribución de bocas contraincendios es definido según el *Capítulo II-2, parte C, regla 10* del SOLAS, por lo que dos chorros de agua no procedentes de la misma boca contraincendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza pueda alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a la

tripulación mientras el buque navega. Ha de alcanzar cualquier espacio de carga vacío, espacio de vehículos, en éste último, los dos chorros alcanzarían cualquier punto del espacio, cada uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza. La presión mínima de la boca CI será de  $0,27 \text{ N/mm}^2$ .

Según la Regla 10.2.3.2 en SOLAS II-2 se dispondrán de una manguera por cada 30 m más una de respeto. Las bocas CI de Agua salada a disponer serán:

- Cubierta de botes: se localizan dos bocas con dos chorros en la cubierta de botes en cada banda. La manguera podrá ser utilizada en todas las bocas CI
- Puente de navegación: una BIE con diámetro equivalente a 13 mm de boquilla en cada banda.

#### 4.2 Extinción de incendios en espacios de máquinas

Los locales de categoría A situados bajo la cubierta de francobordo irán dotados de:

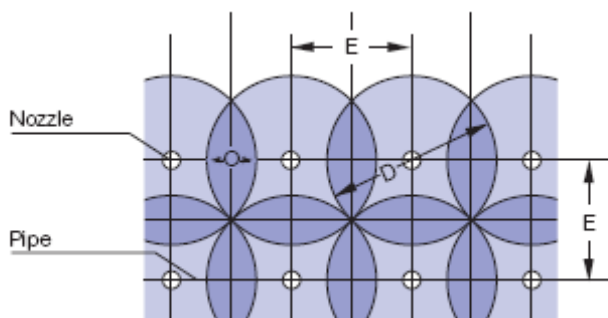
- Medios fijos de extinción de incendios: se instalará un sistema de boquillas de agua nebulizada (local de MM.PP, local de MM.AA y local de separadoras) incluyendo el guardacalor con boquillas tipo al modelo GW M5 para trabajar a una presión de trabajo de 7 bar.

Las boquillas tienen un radio de alcance de 1,5 m. Para solapar el área de aplicación se posicionan a una distancia de E con la distancia O de solapamiento

$$E = D \cdot \sqrt{2} = 2,12 \text{ m}$$

$$O = D - E = 0,878 \text{ m}$$

**Figura 2: Separación de boquillas rociadoras**



Los nebulizadores cubrirán el área de  $520 \text{ m}^2$  distribuidos 20 en CC.MM, 7 en local de purificadoras y otros 7 en el de MM.AA.

- Equipo extintor portátil de lanzaespuma a la entrada de cada local con capacidad mínima de 20 l. cada uno cumpliendo con el Código de Seguridad Contra incendios, debido a que contiene instalaciones de combustible líquido.

- Extintores portátiles de polvo AB, dos de 45 l. en la Cámara de Máquinas Principal y dos en el local de MM.AA y dos en locales de cámara de máquinas auxiliares.
- Sensores térmicos y de humo para detección de incendios.

### 4.3 Extinción de incendios en habitación y espacios de servicio

Siguiendo el Método II.C se dispone de un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarmas que proteja espacios de alojamiento, cocina, espacios de servicio, salvo los que no presenten verdadero riesgo de incendio como espacios vacíos y locales sanitarios. También se detectará presencia de humo en pasillos, escaleras y vías de evacuación.

En pañoles de menos de 4 m<sup>2</sup> sin acceso a la habitación tendrá un extintor portátil de anhídrido carbónico junto a la porta.

En la cubierta 7 se localizará un extintor portátil de 45 l de espuma en el hospital y en la cubierta 8 se dispondrá de otro de la misma capacidad localizado en el pasillo de la cuaderna 207.

Los rociadores se activarán cuando se alcance la temperatura de 68°C-79°C aunque en lugares de alta temperatura funcionaran a 30°C sobre el rango normal.

Los rociadores son instalados en la parte superior de los locales a proteger y han de proporcionar un caudal de servicio mínimo de 5 l/m<sup>2</sup>/min. a una presión de 2bar. Serán separados por zonas verticales quedando cada una aislada por una válvula de cierre.

El sistema de rociadores estará conectado al colector de servicios contraincendios mediante una válvula de retención que impida el retorno de agua hacia el colector.

Las bombas independientes mantendrán la descarga continua de agua de los rociadores asegurando cubrir un área de 280 m<sup>2</sup> mediante una bomba centrífuga de *capacidad de 240 m<sup>3</sup>/h* de servicio más otra de las mismas características de respeto a la presión nominal de 10 bar.

Para garantizar cubrir las siguientes áreas de habitación se han de instalar rociadores GW-S de respuesta rápida colgantes, cubre un radio de 3,25 m en un ángulo de 140 °. Se utilizarán 6 de respeto como indica en MSC.1/Cir.1430 a mayores de lo indicado en tabla.

**Figura 3: Boquillas rociadoras**

STYLE	SSP (pendent)
RTI-VALUE	RTI < 50, Quick Response
GLASS BULB DIAMETER	Ø 3 mm
TEMPERATURE RATING	57, 68, 79, 93, 141°C
ORIFICE:	Ø 9,5 mm
K-FACTOR:	57 lpm / bar <sup>1/2</sup>
NOMINAL THREAD:	15 mm (1/2" BSPT), length: 14mm
MAX. WORKING PRESSURE	12 bar
SYSTEM TEST PRESSURE	20 bar
FACTORY TEST PRESSURE	35 bar
WEIGHT	69 grams
OVERALL LENGTH	52 mm
DEFLECTOR DIAMETER	Ø 32
FINISHES	Natural (Brass), chrome plated, polyester powder coated (RAL)



	Área a cubrir (m <sup>2</sup> )	Nº Rociadores	Caudal acumulado (m <sup>3</sup> /h)
Cubierta 8	429	61	208,6
Cubierta 7	454	64	218,88
Puente navegación	96	14	47,88
<b>Total</b>			<b>475,36</b>

El tanque presurizado ha de contener 8 m<sup>3</sup> de agua, el doble volumen del que descarga una bomba en un minuto. Con objeto de mantener la presurización de servicio, el tanque se llenará al 70% para dar cabida al aire de presurización suponiendo la capacidad total de 2,4 m<sup>2</sup>.

#### 4.4 Extinción de incendios en cubiertas de carga

Cumpliendo con la normativa del SOLAS, los garajes dispondrán de un sistema de extinción de incendios de rociadores de agua nebulizada con avisadores de accionamiento manual con capacidad mínimo de 5 l/m<sup>2</sup>/min.

Se dispondrán rociadores del fabricante Turoteknikk con 6 de respeto. Las tres bombas (una de respeto) de 64 m<sup>3</sup>/h tendrán la capacidad de cubrir 320 m<sup>2</sup> mínimo a la presión de 10 bar.

La boquilla a utilizar es de las siguientes características.

**Figura 4: Boquillas nebulizadoras**

**Water mist nozzle**

Technical data	
Material	Brass
Surface treatment	NiSn
K-Factor	23,0
Droplet size	$DN_{90} < 300 \mu m$
Pressure at the nozzle	6 - 16 Bar
Spacing deck height up to 2,5 m	4,0 m x 4,0 m
Spacing deck height up to 5,0 m	3,5 m x 3,5 m



El espacio a cubrir y el número de boquillas se distribuye como:

	Área a cubrir (m <sup>2</sup> )	Nº Rociadores	Caudal acumulado (m <sup>3</sup> /h)
Cubierta Principal	2570	364	1588,5
Cubierta coches	512	73	318,6
Cardeck	96	14	61,09
<b>Total</b>			<b>1968,2</b>

El caudal requerido será alimentado por 6 bombas de 320 m<sup>3</sup>/h a 10 bar. Los rociadores estarán separados mediante una válvula de corte por zonas verticales de longitud máxima de 20 m. Cuatro bombas circularan el agua dulce de la cubierta principal y el resto de las cubiertas superiores.

El tanque presurizado cumplirá el mismo criterio que para los espacios de habitación. Tendrá una capacidad de 11 m<sup>3</sup> de agua dulce y una capacidad total de 14 m<sup>3</sup>

Se dispondrá de un sistema de rociado de agua convencional de accionamiento manual/automático de acuerdo al estándar de la IMO recogido en *MSC/Circ.1165 y sus enmiendas*.

Además se dispondrán extintores portátiles de espuma de capacidad de 136 litros en cada banda cumpliendo con la Regla 20.6.2 del Solas II-2 de la siguiente forma:

- Bodega → 9 extintores distanciados cada par a 7 m y próximo a la cuaderna 180 se situará otro.
- Cubierta principal → 10 extintores distribuidos en 5 pares separados a 14,3 m a lo largo de la eslora.
- Cubierta de coches → 2 equipos extintores portátiles lanzaespuma de 136 l. mínimo.

## **5. Equipos de salvamento**

Se definen los equipos de salvamento según lo indicado en el Capítulo III, Parte B del SOLAS.

### **5.1 Comunicaciones y alarmas**

Se dispondrá de 3 aparatos radiofónicos bidireccionales portátiles de ondas métricas y un respondedor de radar a cada banda, próximos a las embarcaciones de supervivencia.

Habrà un sistema de emergencia constituido por un equipo portátil y otro fijo para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencia, de reunión, de embarco y puntos estratégicos. El sistema de alarma se complementa con un sistema de megafonía.

### **5.2 Señales ópticas**

Como bengalas de socorro se dispondrá de 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas estibados en el puente de navegación.

### **5.3 Dispositivos individuales de salvamento**

#### **5.3.1 Aros salvavidas**

De acuerdo a la regla 32, se dispondrá de 12 aros salvavidas (6 a cada banda) de los que 6 de ellos estarán provistos de luces de encendido automático con señales fumígenas alimentadas por baterías eléctricas distribuidos éstos últimos por igual en ambas bandas. A cada banda habrá un aro salvavidas con rabiza flotante.

#### **5.3.2 Chalecos salvavidas**

Bajo el cumplimiento de la regla 7, ha de haber chalecos para cada tripulante y conductor. Además de un número suficiente, 4 chalecos para personal de guardia y puestos de en embarcaciones de supervivencia alejadas; tales chalecos serán estibados en salas de control y puente de gobierno.

Los chalecos dispuestos han de tener luces que cumplan el Código IDS son:

34 Chalecos de adulto

### **5.3.3 Trajes de inmersión**

Habrán 2 trajes de inmersión de talla adecuada para cada tripulante del bote de rescate.

## **5.4 Embarcaciones de supervivencia**

Se dispondrán de 2 botes salvavidas de capacidad de 30 personas totalmente cerrados, uno a cada banda (tipo GES25). Además se complementa con una balsa salvavidas inflable (tipo L1300AA) para dar cabida a las personas a bordo de la misma capacidad a cada banda.

Los botes salvavidas dispondrán de un pescante a cada banda para ponerlos a flote y poder ser utilizados como botes de rescate rápido. Tendrán la capacidad de llevar 5 personas sentadas y una camilla además de cumplir con los requerimientos del Código al ser utilizado como bote de rescate.

## **6. Sistemas de ventilación**

Se estudian los equipos ventiladores/extractores necesarios según las renovaciones requeridas por reglamento.

### **6.1 Equipos de ventilación en espacios de máquinas**

En el cuaderno 6 ya se analizó las necesidades de ventilación según la ISO 8861. De acuerdo a esto se determinan los ventiladores requeridos para cada local.

En el Anexo se recogen los equipos requeridos para los espacios de máquinas.

### **6.2 Sistemas de ventilación en espacios de carga**

La ventilación se realizará mediante un sistema de impulsión y exhaustación mediante ventiladores eléctricos. El sistema ha de tener una capacidad de *10 renovaciones por hora durante la navegación* para los equipos situados a más de 450 mm sobre la cubierta y *20 renovaciones por hora durante las operaciones de carga/descarga* según el DNV-GL (2014) en Cap.21, Sec.1, H

La cantidad y número de ventiladores vendrá determinado por la necesidad de ventilación. Los equipos serán de tipo axial reversible modelo MPV 450 con caudal de 3,7 m<sup>3</sup>/s (a las necesidades del proyecto) con fabricante *Nyborg Marine* diseñados a una presión estática de 1000 Pa.

El caudal requerido se obtiene de lo siguiente:

**Tabla 2: Caudal requerido de ventilación para espacios de carga**

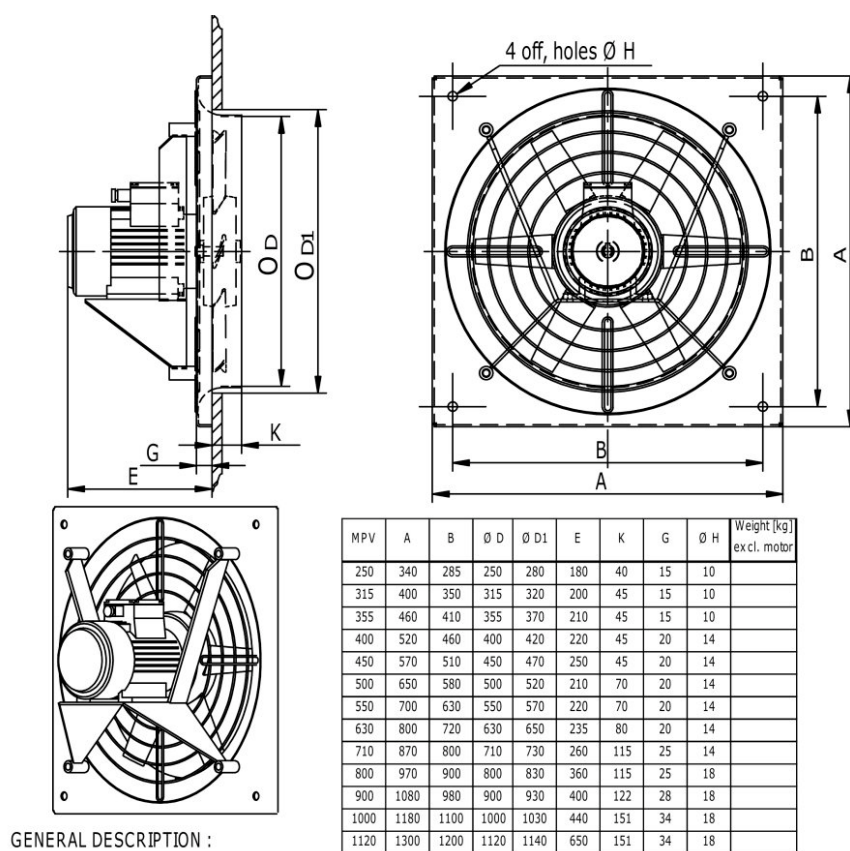
Espacio	Volumen (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Unidades
<b>Cubierta principal (nº3)</b>	7113,6	142272	11
<b>Bodega</b>	4522,16	91043,2	7
<b>Cardeck</b>	6401,52	128030,4	10
<b>Cubierta coches</b>	1306,88	5121,216	2
<b>Cubierta superior</b>	2617,04	2093,632	2

Se dispondrán de 32 unidades siendo 3 de ellas de respeto dispuesta en la cubierta principal, de coches y en la superior con potencia eléctrica de 5,179 Kw.

Los ventiladores serán controlados desde el puente de gobierno para permitir el cierre rápido en caso de incendio, también se controlarán desde el exterior de los espacios de carga.

Las dimensiones serán las siguientes:

**Figura 5: Dimensiones ventilador espacios de carga**





Estos ventiladores impulsarán el aire que entra por las rejillas de la zona centro y de proa entre las cuadernas 80-166 de la cubierta 5 que será expulsado por la zona de popa mediante las rejillas de los costados desde la cuaderna 8-75.

## 7. Sistemas de aire acondicionado

Los espacios de habitación serán acondicionados para asegurar el confort de la tripulación. El diseño de la instalación se hará en base a la norma UNE-EN ISO 7547.2005 donde se especifica condiciones de diseño y base de cálculo para aire acondicionado y ventilación de espacios de alojamiento. Se estudiará el calor a dispersar de cada zona y el flujo necesario para evacuarlo.

Según la norma se hará uso de la siguiente tabla

**Tabla 3: Renovaciones de aire requerido en habitación**

<i>Ventilated space</i>	<i>Air changes/hour Supply air</i>	<i>Air changes/hour Exhaust air</i>	<i>Remarks</i>
<i>Living/sleeping quarters</i>	<i>6 (8)</i>	—	<i>Value in brackets valid for 20 % recirculated air</i>
<i>Messes, saloons, offices</i>	<i>12 (15)</i>	<i>12 (15)</i>	
<i>Hospitals</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	
<i>Galleys</i>	<i>12 + 28 (15 + 25)</i>	<i>40</i>	
<i>Pantries</i>	<i>15 (20)</i>	<i>15 (20)</i>	
<i>Dry provision rooms</i>	<i>5 (10)</i>	<i>5 (10)</i>	
<i>Sanitary rooms</i>		<i>10 – 15</i>	
<i>Laundries</i>	<i>10 – 20</i>	<i>15 – 30</i>	
<i>Drying rooms</i>	<i>25</i>	<i>30</i>	

Fuente: DNV-GL

### 7.1 Condiciones de temperatura

Las condiciones de temperatura y humedad según el DNV-GL serán:

**Tabla 4: Condiciones ambientales requeridas**

Condición	Zona	Temperatura	Humedad
Verano	Exterior	35 °C	70%
	Interior	27 °C	50%
Invierno	Exterior	-20 °C	-
	Interior	22 °C	-

La temperatura de suministro frío no ha de ser mayor a 10°C por debajo de la temperatura media y la temperatura de calefacción no ha de superar 23°C sobre la media.

### 7.3 Cálculo de las ganancias y pérdidas de calor

Para el cálculo de ganancias y pérdidas de calor se hará uso de la siguiente fórmula:

$$\phi = \Delta T [(k_v \cdot A_v) + (k_g \cdot A_g)]$$

Donde,

$\Delta T$ , diferencia de temperatura del aire en kelvin.

$K_v$ , coeficiente de transmisión total de calor de la superficie  $A_v$  en  $\text{w/K}\cdot\text{m}^2$

$A_v$ , superficie excluyendo portillos laterales y ventanas rectangulares en  $\text{m}^2$ .

$K_g$ , coeficiente de transmisión total de calor de la superficie  $A_g$  en  $\text{w/K}\cdot\text{m}^2$

$A_g$ , área de portillos laterales y ventanas rectangulares en  $\text{m}^2$ .

La diferencia de temperaturas interiores en espacios contiguos se obtendrá partiendo de la siguiente tabla.

**Tabla 5: Diferencias de  $T^a$  según localización**

Cubierta o mamparo	$\Delta T, K$	
	Verano	Invierno
Cubierta contigua a un tanque con calefacción	43	17
Cubierta con un mamparo contiguo a una cámara de calderas	28	
Cubierta y mamparo contiguos a una sala de máquinas y a una galería sin aire acondicionado	18	
Cubierta y mamparo contiguos a tanques sin calefacción, espacios de carga y equivalentes	13	42
Cubierta y mamparo contiguos a una lavandería	11	17
Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios públicos	6	0
Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios privados		
a) con alguna parte contigua a superficies exteriores expuestas	2	0
b) no expuestas	1	0
c) con alguna parte contigua a una cámara de máquinas/calderas	6	0
Mamparo contiguo a un pasillo	2	5

NOTA – Se entiende que existen sistemas de calefacción en los espacios sanitarios expuestos.

Los coeficientes de transmisión considerando una protección térmica en las superficies expuestas se obtienen de:

**Tabla 6: Coeficientes de transmisión por superficies**

Superficies	Coeficiente de transmisión total de calor, $W/(m^2 \cdot K)$
Cubierta de intemperie no expuesta a la radiación solar, costado del buque y mamparos exteriores	0,9
Cubierta y mamparos contiguos a la sala de máquinas, espacios de carga u otros espacios sin aire acondicionado	0,8
Cubierta y mamparos contiguos a la cámara de calderas o a una caldera en la sala de máquinas	0,7
Cubierta contigua al exterior o a otra cubierta de intemperie expuesta a la radiación solar y cubierta contigua a tanques calientes	0,6
Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal simple	6,5
Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal doble	3,5
Mamparo contiguo a un pasillo, sin insonorizar	2,5
Mamparo contiguo a un pasillo, insonorizado	0,9

Al cálculo de calor base se aplicará los incrementos debidos al Sol, personas, iluminación y otras fuentes.

- *El aporte del Sol* en la condición de verano corresponde al resultado de aplicar:

$$\phi_s = \Sigma A_v \cdot k \cdot \Delta T_r + \Sigma A_g \cdot G_s$$

Donde,

$A_v$ , superficie expuesta a la radiación solar excluyendo portillos laterales y ventanas rectangulares en  $m^2$ .

$K$ , coeficiente de transmisión total de calor para una estructura determinada del buque en  $W/K \cdot m^2$

$\Delta T_r$ , incremento de temperatura (por encima de la  $T_{\text{exterior}}$  de  $+35^\circ C$ ) sobre superficies causado por radiación solar.

$A_g$ , área de superficie de cristal (apertura libre) expuesta a radiación solar en  $m^2$

$G_s$ , aumento de calor debido a superficies de cristal en  $W/m^2$ .

- *Calor aportado por personas*, se tiene en cuenta los valores de calor sensible y latente de una persona a la temperatura interior de  $27^\circ C$ .

**Tabla 7: Calor emitido por personas**

Actividad	Tipo de calor	Emisión W
Sentado en reposo	Calor sensible	70
	Calor latente	50
		} 120
Trabajo mediano/duro	Calor sensible	85
	Calor latente	150
		} 235

- *Calor de iluminación y otras fuentes*, aportado en espacios sin luz solar partiendo de la potencia nominal de la instalación, si se desconoce estos valores se utilizarán los indicados en tabla:

**Tabla 8: Calor aportado por iluminación general**

Espacio	Calor aportado por la iluminación general W/m <sup>2</sup>	
	Incandescente	Fluorescente
Cabinas, etc.	15	8
Comedores de tripulación o pasaje	20	10
Gimnasios, etc.	40	20

Se calcula las pérdidas y ganancias de calor para cada condición (verano e invierno) de los espacios localizados en distintas zonas contraincendios puesto que cada zona tendrá su propio sistema.

Los valores desglosados se detallan en el Anexo. Se resume la condición de verano en la siguiente:

**Tabla 9: Resumen flujo de calor en condición de verano**

Zonas	RESUMEN VERANO					
	POPA	PROA	CUBIERTA	COSTADO	TECHO	TOTAL (Kw)
Camarotes centrales	0,163	124,878	141,176	165,510	142,404	<b>576,772</b>
Camarotes extremo proa	0,410	33,768	177,261	110,416	178,803	<b>502,218</b>
Salones/Comedor	0,317	43,965	96,735	69,270	97,799	<b>310,366</b>
Oficinas/Sala reuniones(1)	0,108	12,865	50,610	52,755	51,050	<b>169,548</b>
Oficinas/Sala reuniones (2)	0,505	45,105	84,000	36,870	84,731	<b>251,930</b>
Hospital	0,087	8,163	17,110	12,990	17,259	<b>56,089</b>
Sala control CC.MM	1,071	36,719	83,577	66,600	84,304	<b>272,976</b>
Cocina	0,126	13,123	18,286	17,565	18,445	<b>68,015</b>
Puente navegación	1,798	66,480	139,519	9,792	140,733	<b>358,742</b>

En la siguiente tabla se resume ambas condiciones con el margen aplicado del 10%.

**Tabla 10: Resumen flujo de calor con margen de error**

ZONAS	Invierno (KW)	Margen (10%)	Verano (Kw)	Margen (10%)
Camarotes centrales	1,271	1,398	578,042	635,846
Camarotes extremo proa	2,097	2,307	504,316	554,747
Salones/Comedor	0,638	0,702	311,004	342,104
Oficinas/Sala reuniones(1)	0,569	0,625	170,117	187,129
Oficinas/Sala reuniones (2)	0,427	0,470	252,358	277,594
Hospital	0,036	0,040	56,125	61,738
Sala control CC.MM	5,978	6,576	278,954	306,850
Cocina	0,258	0,283	68,272	75,099
Puente navegación	1,046	1,151	359,789	395,768
<b>TOTAL (Kw)</b>	<b>12,320</b>	<b>13,552</b>	<b>2578,976</b>	<b>2836,874</b>

### 7.3.1 Instalación de aire acondicionado

Se instalará aire acondicionado en todos los camarotes, despachos, comedores, salas de reunión, cafetería, oficinas, puente de gobierno.

El equipo de aire acondicionado se constituirá de centrales de tratamiento de aire, conductos de distribución del aire, rejillas y control de la ventilación. El sistema de calentamiento será de circulación de agua caliente y el de enfriamiento por circulación de agua fría con el refrigerante R-134a.

Se dispondrá de termostatos en el interior de cada local y de un control de humedad.

Aplicando un ciclo de refrigeración estándar como muestra la figura y obtener los flujos másicos de evaporadores se aplica:

$$\dot{m} \cdot (h_1 - h_4) = P$$

De los tablas se obtienen los siguientes datos termodinámicos:

**Tabla 10: Datos R-134a**

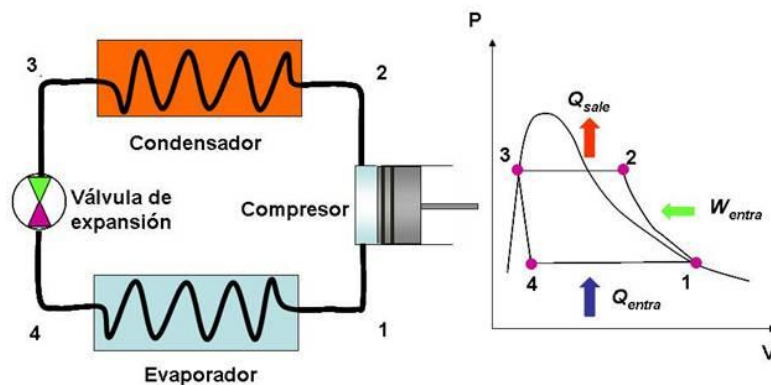
$h_1$	235,705 Kj/Kg	$P_4$	110 KPa
$S_1$	0,9498 Kj/KgK	$h_4 = h_3$	27,08 Kj/Kg
$P_1$	110 KPa		

Se calcula para cada zona para obtener el flujo total a utilizar

**Tabla 11: Flujo refrigerante requerido del evaporador**

ZONAS	$\dot{m}$ refrigerante (Kg/s)
Camarotes centrales	3,0478
Camarotes extremo proa	2,6591
Salones/Comedor	1,6398
Oficinas/Sala reuniones(1)	0,8970
Oficinas/Sala reuniones (2)	1,3306
Hospital	0,2959
Sala control CC.MM	1,4708
Cocina	0,3600
Puente navegación	1,8970
<b>TOTAL</b>	<b>13,5980</b>

**Figura 6: Ciclo estándar refrigeración**



Al no tratarse de un ciclo real se estima un rendimiento isentrópico de 0,7 considerando:

$$\eta_{isent} = 0,7 = \frac{(h_2 - h_1)}{(h_{2*} - h_1)}$$

Se toman los siguientes datos para obtener el trabajo de compresión.

$$\dot{m}_t \cdot (h_{2*} - h_1) = W_{comp}$$

**Tabla 12: Datos R-134a con rendimiento estimado**

$h_{2^*}$	242,57 Kj/Kg
$h_2$	240,51 Kj/Kg
$s_2 = s_2$	0,9498 Kj/KgK
$P_4$	140 KPa

El trabajo de compresión resulta en  $W_c \rightarrow 65,338 \text{ KW}$ . Se utilizarán dos compresores accionados por un motor eléctrico y mecánico de 0,9. Se determina la potencia del compresor como sigue:

$$P = \frac{W_{comp}/2}{(\eta_m \cdot \eta_m)} = 40,332 \text{ Kw}$$

$$P = 40,332 \text{ Kw}$$



### 7.3.2 Sistema de distribución de aire acondicionado

El sistema de ventilación forzada constituido por ventiladores y conductos en los distintos espacios.

**Tabla 13: Distribución de ventilación de impulsión**

<b>ZONAS</b>	Volumen (m <sup>3</sup> )	Nº RENOV./H Impulsión	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Distribución impulsión	Nº Vent. en servicio	Pot. unitaria (Kw)	Pot.instal. (Kw)
Camarotes centrales	141,176	8	1129,408	AA.CC	13	1,463	19,024
Camarotes extremo proa	177,26	8	1418,08	AA.CC	12	1,837	22,049
Salones/Comedor	96,735	15	1451,025	AA.CC	3	1,880	5,640
Oficinas/Sala reuniones (1)	50,61	15	759,15	AA.CC	2	0,984	1,967
Oficinas/Sala reuniones (2)	84	15	1260	AA.CC	3	1,633	4,898
Biblioteca	28,003	15	420,045	V.Forzada	1	0,114	0,114
Hospital	17,11	12	205,32	AA.CC	1	0,266	0,266
<i>Cocina</i>	18,286	40	731,44	V. forzada	2	0,199	0,797
Aseos públicos	5,362	-	-	V. Natural			
Vestuarios (incluye aseos)	25,8	15	387	V. forzada	2	0,105	0,211
Lavanderias	15,082	15	226,23	V. forzada	2	0,062	0,123
Lavandera/Secadoras	22,558	25	563,95	V. forzada	1	0,154	0,154
Gambuza seca/Cocina	8,043	10	80,43	AA.CC	1	0,104	0,104
Paños	11,1957	20	223,914	V.Natural	-	-	-
Gimnasios	29,226	15	438,39	V.Natural	-	-	-
Sala control CC.MM	83,577	8	668,616	AA.CC	1	0,866	0,866
Puente navegación	139,519	15	2092,785	AA.CC	1	2,712	2,712

**Tabla 14: Distribución de ventilación de extracción**

<b>ZONAS</b>	<b>Nº RENOV./H Extracción</b>	<b>Q Extracción (m³/h)</b>	<b>Distribución extracción</b>	<b>V. en servicio</b>	<b>Pot. unitaria (Kw)</b>	<b>Pot.instal. (Kw)</b>
Camarotes centrales	-		Natural	-	-	-
Camarotes extremo proa	-		Natural	-	-	-
Salones/Comedor	15	1451,025	V.Forzada	3	0,395	1,185
Oficinas/Sala reuniones (1)	15	759,15	Natural	-	-	-
Oficinas/Sala reuniones (2)	15	1260	Natural	-	-	-
Biblioteca	-		Natural	-	-	-
Hospital	12	205,32	V.Forzada	1	0,056	0,056
<i>Cocina</i>	40	731,44	V.Forzada	2	0,199	0,398
Aseos públicos	15	80,43	V.Forzada	1	0,022	0,022
Vestuarios (incluye aseos)	-		V.Natural	-	-	-
Lavanderias	25	377,05	V.Forzada	2	0,103	0,205
Lavandera/Secadoras	30	676,74	V.Forzada	1	0,184	0,184
Gambuza seca/Cocina	10	80,43	V. forzada	1	0,022	0,022
Pañoles	20	223,914	V.Natural	-	-	-
Gimnasios	15	438,39	V.Forzada	2	0,119	0,239
Sala control CC.MM	8	668,616	V.Forzada	1	0,182	0,182
Puente navegación	-	-	Natural	-	-	-

## 8. Equipos de habilitación y espacios de servicios

### 8.1 Gambuzas

Se dispondrán de 2 gambuzas, una seca destinada a provisiones secas y bebidas y la otra refrigerada destinada a la conservación de productos perecederos con tres cámaras independientes de las cuales dos estarán a -18°C y otra a 2°C.

La planta frigorífica de la gambuza se localiza en el local de aire acondicionado. Se dispondrá de doble grupo de refrigeración *de expansión directa* con refrigerante R-134a. Un grupo se mantendrá al 100% de capacidad en stand-by compuesto cada unidad por:

- Compresor eléctrico alternativo.
- Condensador enfriado por agua
- 2 electrobombas de agua salada para refrigeración del condensador.
- Evaporador

Se estima el consumo por unidad en 20 Kw y capacidad de operación de 18 horas diarias y 6 horas para descarche, carga y descarga de productos.

Válvulas de expansión termostáticas de carga cruzada controlaran la temperatura junto con otros dispositivos de control.

El local será ventilado asegurando 30 renovaciones/hora y los conductos de aire acondicionado estarán aislados de los gases de exahustación de la maquinaria de refrigeración.

### 8.2 Pañoles

Estos locales son destinados al almacenamiento de herramientas y consumibles de la tripulación y embarcación. Se dispondrá pañoles de: máquinas, estachas y cables, ropa sucia, ropa limpia, del contraмаestre, de luces, de electricidad y de pintura.

Dispondrán de estanterías, taquillas y armarios que permitan con cierre bajo llave.

### 8.3 Cocina y oficios

La cocina estará equipada con muebles revestidos de acero inoxidable, y estanterías que permita disponer de vajillas, electrodomésticos y útiles de cocina.

## 8.4 Aseos

Se dispondrán en zonas de alojamiento de la tripulación y conductores, y en el puente de gobierno. Cada camarote dispone de aseo independiente.

Los aseos públicos se disponen en las cubiertas de habitación. Todos los aseos de habitación tendrán lavabo, taza WC, espejo y ducha.

## 8.5 Lavanderías

Dispondrá de lavadoras, secadoras, centros de planchado, cestas de ropa, colgadores con el fin de satisfacer las necesidades de la tripulación.

# 9. Equipos de carga y descarga

## 9.1 Medios de acceso de carga

Se utilizarán medios indicados en el RPA propios para este tipo de buques. La potencia hidráulica y eléctrica de las rampas se obtendrá con estas expresiones:

$$P_h = \frac{w \cdot g \cdot h}{\Delta t} \quad P_e = \frac{P_h}{\eta_m \cdot \eta_h}$$

Donde:

$P_h$ = potencia hidráulica

$P_e$ = potencia eléctrica

$w$ = peso de la rampa en toneladas

$h$ = altura de izado de la rampa en metros.

$\eta_m$ = rendimiento mecánico. Suponiendo un el valor de 0,9

$\eta_h$ = rendimiento hidráulico. Suponiendo un el valor de 0,8

El modelo de cada rampa y montacargas será del tipo indicado en el Anexo III.

### 9.1.1 Puerta rampa de acceso a proa

Esta puerta rampa da acceso a la carga conectando el muelle y el buque. Se sitúa a la altura de la cubierta principal, con las dimensiones de 14,6 m de longitud incluyendo las uñas y 4,82 m. de ancho para un peso simultáneo máximo de 80 t. La rampa supone un peso propio de 26 t. Ha de soportar el paso de 1 tráiler con cabeza tractora de 43,8 ton en total o un roll-tráiler de 68,2 ton.

La pendiente máxima a proporcionar será 8º respecto al muelle y escora máxima de +/- 3º. La altura de elevación del centro de gravedad corresponde a:

La apertura y cierre de la rampa se realiza mediante cilindros hidráulicos de los laterales entre la rampa y estructura. Dispondrá de trincas hidráulicas en el contorno y serán controladas la manipulación desde el panel de mando de la cubierta de carga. El tiempo estimado de cierre será de 4 min.

Para la altura de izado considerando el 0.5 h de la sección principal de plegado se tiene  $\rightarrow h = 3,023 \text{ m}$

Potencia hidráulico en vacío ( $P_h$ )	3,21 Kw
Potencia eléctrica ( $P_e$ )	4,45 Kw

### 9.1.2 Rampa-puerta de costado

Se disponen una rampa-puerta en un costado con paso libre de 4,5 m y 5 m en anchura que dará acceso a los coches. Se sitúa entre la cuaderna 94-100.

### 9.1.2 Rampa-puerta de popa

Se disponen una rampa-puerta de 14,5 m. de longitud y 13,2 m en anchura dividida en cuatro calles que permiten el paso simultáneo de rolltrailer con cabeza tractora de 68,2 t y trailer de 43,8 t. con capacidad de carga de seguridad máxima de 200 t.

El ángulo de inclinación y escora será como el de rampa de proa.

## 9.2 Medios de transferencia de carga

Para facilitar la eficiencia en la carga/descarga las rampas móvil de la cubierta de carga contará con una tapa de rampa de *7 m de ancho y de longitud* (8 veces el puntal entre cubierta). Se accionará hidráulicamente en un lateral.

### **9.2.2 Rampas articuladas**

Una rampa articulada de accionamiento electro -hidráulico (con cilindros) y peso de X ton. comunicará la cubierta principal con la cubierta de coches. La anchura de paso será de 3 m de un solo carril y ha de soportar el peso de 2 coches (4 ton.). El tiempo de elevación se estima en 3 min con capacidad de izado de 5 m.

La comunicación entre la cubierta principal y la cardeck regulable en altura se realizará por una rampa móvil con anchura de 3,5 m para paso libre de carretera y 20,671 m de longitud con capacidad de izado de 4,3 m y carga de soporte del peso de un roll tráiler.

La cubierta principal comunicará con la superior mediante una rampa móvil de 50,43 m. de longitud y 6 m de ancho de paso libre con doble carril con capacidad de izado de 8,8 m. y soporte del paso de dos tráileres simultáneos.

La rampa de la cardeck tendrá un sistema de control manual mientras que las de la cubierta de carga serán automatizadas y estancas al gas. Las rampas tendrán flap no plegable y los pasamanos serán portátiles y estibados a bordo en travesía.

### **9.2.3 Rampa fija**

Se dispondrá de una rampa fija entre la cubierta principal y la bodega con la misma capacidad de carga que en cubierta. Tendrá las dimensiones de 36,83 m de longitud y 2,7 m de anchura.

### **9.2.4 Montacargas**

Se dispondrá de un montacargas bajo el cumplimiento de la ISO-9001 del reglamento del DNV. Permitirá el trasiego de provisiones y carga de la tripulación entre la cubierta principal y zona de habilitación.

Tendrá la capacidad de transportar carga de 2 personas mínimo y una carga de 100 kg. a una velocidad de 1 m/s. Estimamos una potencia de 6 Kw.

## **9.3 Acceso del práctico**

Cumpliendo con la Regla 23, capítulo 5 del SOLAS se dispondrán de dos portas de costado, una a babor y otra a estribor, de apertura hacia el interior para dar acceso al práctico. Estarán situadas a proa de la rampa puerta de costado dentro de la mitad central del buque en la cuaderna 120 sobre la cubierta principal.

Además se dispondrá de escalas de práctico para el caso en que no haya que trepar menos de 1,5 m desde la superficie del mar ni más de 9 m.

## **9.4 Maquinaria electro-hidráulica**

La estación tendrá 3 centrales hidráulicas que distribuirán a rampas internas y portones y rampas externas mediante dos bombas de servicio y una de respeto de cada una, que permita el funcionamiento en el tiempo indicado de cada rampa.

Las electrobombas serán bloqueadas ante un nivel bajo de aceite.

Se situará en los locales de equipo hidráulico de proa y popa.

## 10. Sistemas de estiba de la carga

El sistema de estiba trata de que la manipulación y ubicación de la carga sea óptima para no alterar la seguridad del buque ni de su tripulación. De acuerdo al Capítulo 6, regla 5, parte A, se tomarán precauciones adecuadas con la carga.

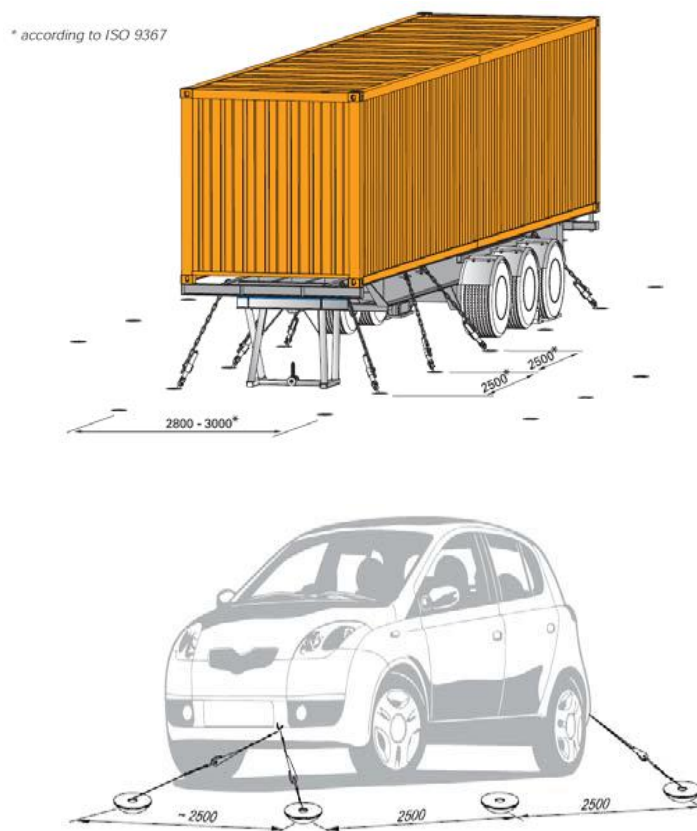
Por tanto se sigue la recomendación del “Guía de Seguridad para el transporte de vehículos rodados en buques ro-ro” recogida en la Res. A 581 (14) de la OMI donde indican la separación entre puntos de sujeción y equipos de estiba.

### 10.1 Puntos de sujeción

Resumiendo las recomendaciones se considera lo siguiente:

- \* La separación longitudinal de los puntos no ha de exceder de 2,5 m
- \* La distancia transversal no ha de ser menos de 2,8 m ni más de 3 m.
- \* La resistencia mínima sin deformación permanente ha de ser 120 KN en cada punto de sujeción.

**Figura 7: Separación puntos de sujeción según ISO 9367**



Para los coches se dispondrán de accesorios soldados a cubierta separados a 3 m en sentido longitudinal y 2,5 m en sentido transversal con capacidad de tensión en cada punto de 196 KN a ambos lados.

En el caso de los semitraileres se optará por la separación longitudinal y transversal de puntos a 3 m a ambos lados con el fin de que el trincado se mantenga un ángulo entre 30-60 ° respecto a la horizontal.

## 10.2 Equipos de estiba

El trincaje de los vehículos y semitráileres a cubierta se realizarán mediante los siguientes accesorios:

- Cadenas de trinca
- Anclajes soldados a cubierta para fijar las cadenas dispuestos como se indicó previamente.
- Bozas con tensores
- Calzos para las ruedas de plataformas
- Caballetes de apoyo de tráileres
- Cierres giratorios y accesorios para apilar contenedores dobles en altura de la bodega.

## 11. Equipo de navegación y comunicaciones

El buque estará equipado con consolas de Puente de Navegación y Comunicaciones de “Alphatron Marine” de tipo modular para facilitar su instalación y disposición de espacio.

### 11.1 Equipo de navegación

Considerando la Regla 19, Cap. V del Solas, el sistema incorporará lo siguiente:

- Dos radares serie JMA-9100 de banda X y S respectivamente
- Cartas electrónicas de navegación ECDIS *Navy Sailor 4000*
- Sistema de integración de cartas náuticas y radar *Alphachart Overlay*. Supone ser back up del anterior.
- Sistema de monitorización y visualización de información del buque *Alphatron Alphacon Conning display*
- Fax para recepción de cartas meteorológicas *JAX 9B*
- Registrador de datos de navegación (VDR)
- Sensores de posición y movimiento:
  - ➔ Dos Girocompás *Alphaminicourse* con repetidor de señal



- ➔ Piloto automático autoadaptativo *Alphaseapilot MFC*
- ➔ Compás magnético tipo transmisor
- ➔ Dos Sistema de navegación por satélite diferencial *JLR4340*
- ➔ Ecosonda *JFE 380*
- ➔ Corredera electromagnética Doopler *JLN550*
- ➔ Anemómetro OMC 160

## **11.2 Equipo de comunicaciones internas y externas**

Considerando el Cap.IV, regla 7 del Solas, las comunicaciones estarán provistas de:

- Sistema de identificación automático (AIS) tipo *JHS 182*
- Sistema de comunicaciones cumpliendo con el GMDSS para el Área 3 con baterías compuesto por:
  - Dos radio teléfonos VHF con DSC y escucha del canal 70
  - Receptor Navtex
  - Inmarsat C : antena, impresora, PC, terminal y fuente de alimentación)
  - Dos Radio baliza satélite de 40Mhz
  - Dos transpondedores de radar
- Sistema TMA para comunicaciones terrestres
- Sistema de vigilancia en navegación del puente y aviso a oficiales *Alpha BNWAS*
- Satélite de comunicación exterior via internet o Ip *AlphasatSea*.
- Sistema de órdenes de maniobra
- Teléfonos automáticos (30 líneas) y autogenerados (10 líneas libres)
- Telégrafo de órdenes a máquinas
- Sistema de altavoces y micrófonos de maniobra en puente, sala de máquinas y zonas de maniobras de proa y popa.

## 12. Servicio de agua sanitaria

Este servicio se diseñara en base al cumplimiento de la norma UNE-EN ISO 15748 referente al “Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas”. El sistema ha de disponer de un generador de agua dulce con capacidad mínima de producción diaria de 6,56 m<sup>3</sup>/h.

Se calcula siguiendo la Norma los depósitos a presión y las bombas de suministro y circulación. El volumen requerido de agua potable se calcula con el sumatorio de todos los consumidores de agua dulce.

**Tabla 15: Consumidores de agua dulce**

Cubierta	Dispositivo de salida	Cantidad	Presión de flujo (bar)	Agua fría (l/s)	Agua caliente (l/s)	Caudal total (l/s)
<b>Cbta. 2</b>	Llave mezcladora de lavabo	4	1	0,280	0,280	0,560
<b>Cbta.Ppal</b>	Llave mezcladora de lavabo	4	1	0,280	0,280	0,560
	WC de vacío	2	1,5	0,600	0,000	0,600
	Fuente de agua	1	1	0,070	0,000	0,070
<b>Cubta.7</b>	Calentador eléctrico agua	1	1	0,100	0,000	0,100
	WC de vacío	17	1,5	5,100	0,000	5,100
	Fregadero de cocina	2	1	0,260	0,000	0,260
	Pelapatatas	1	1	0,130	0,000	0,130
	Lavavajillas	1	1	0,150	0,000	0,150
	Máquina lavadora	3	1	0,750	0,000	0,750
	Lavabo de pared o pedestal	20	1	0,000	0,000	0,000
	Plato de ducha	17	1	0,002	0,002	0,003
<b>Cubta.8</b>	WC de vacío	11	1,5	3,300	0,000	3,300
	Fregadero de cocina	1	1	0,130	0,000	0,130
	Máquina lavadora	3	1	0,75	0	0,75
	Lavabo de pared o pedestal	11	1	0,000	0,000	0,000
	Plato de ducha	11	1	0,002	0,001	0,003
<b>Cbta Puente</b>	WC de vacío	2	1,5	0,600	0,000	0,300
	Lavabo de pared o pedestal	2	1	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>				<b>12,504</b>	<b>0,563</b>	<b>12,767</b>

Se obtiene el caudal punta a partir de la velocidad de flujo impuesta respetando los límites de la norma para prevenir ruidos y subidas de presión. Se recomienda:

- 2,5 m/s en CC.MM y troncos de máquinas.
- 2 m/s en espacios públicos
- 1,4 m/s en cubiertas con alojamientos

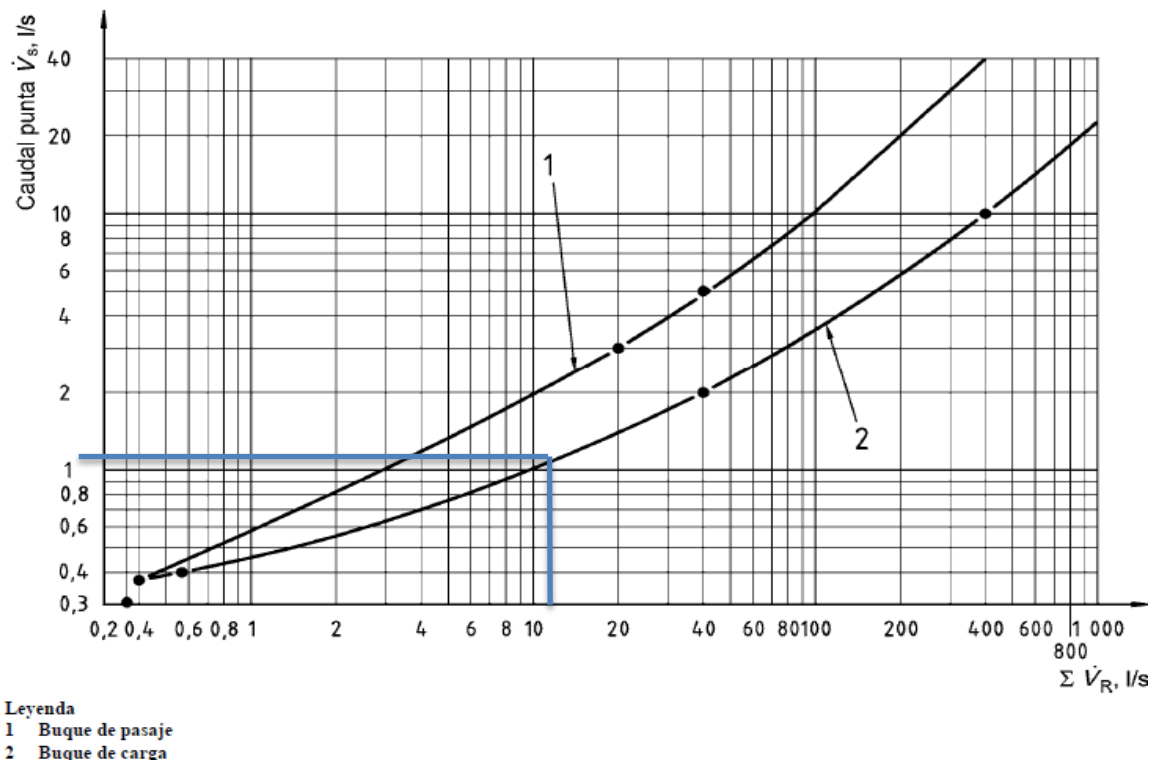
**Tabla 16: Pérdidas de presión de agua dulce**

Cubierta	Capacidad de agua por metro de tubería (l/m)	Longitud de tubería (m)	Capacidad (l)	Caudal total (l/s)	Caudal punta (l/s)	Diámetro nominal	Velocidad de flujo (m/s)	Presión diferencial R (bar)	Pérdida de presión (lxR) bar/m
<b>Cbta. 2</b>									
Agua fría	0,206	12	2,472	0,280	0,400	15	2,5	0,13	1,560
Agua caliente	0,206	12	2,472	0,280	0,400	15	2,5	0,13	1,560
<b>Cbta.Ppal</b>									
Agua fría	0,206	13,89	2,86134	0,950	0,420	15	2	0,07	0,972
Agua caliente	0,206	13,89	2,86134	0,280	0,300	15	1,4	0,036	0,500
<b>Cubta.7</b>									
Agua fría	0,835	19	15,865	6,492	0,900	32	1,4	0,015	0,285
Agua caliente	0,206	19	3,914	0,002	0,300	15	1,4	0,036	0,684
	0,206								0,000
<b>Cubta.8</b>									
Agua fría	0,531	12,9	6,8499	4,182	0,700	25	1,4	0,02	0,258
Agua caliente	0,206	12,9	2,6574	0,001	0,200	15	1	0,02	0,258
<b>Cbta Puente</b>									
Agua fría	0,327	7,8	2,5506	0,600	0,400	20	1,4	0,027	0,211
Agua caliente	0,206	7,8	1,6068	0,000	0,200	15	1	0,02	0,156

Con el diámetro provisional se calculan las pérdidas de presión  $I \times R$ , estimadas con la tabla A.11 para las bombas de suministro.

El caudal total suministrado supone el caudal punta requerido en las bombas para un buque carguero. El agua fría y caliente requieren distinto caudal pero la bomba aguas abajo del calentador (ubicado en la Cubierta 7) suministrará el caudal total de 12,67 l/s.

**Tabla 17: Caudal punta de agua dulce**



Se dimensiona la bomba de suministro para un caudal punta con 10% de margen.

$$V_{\text{bomba suministro}} = 1,1 \text{ l/s} \cdot V_s = 1,1 \cdot 1,2 \text{ l/s} = 4,32 \text{ l/s}$$

$$V_{\text{bomba suministro}} = 4,752 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se disponen de dos bombas de suministro en la Cámara de bombas, una de ellas en stand by. La presión de suministro será el valor sumatorio de pérdidas de presión más restrictivo al que se le añadirán pérdidas indicadas en el formulario B.4 de la Norma.

**Tabla 18: Caudal punta de agua dulce**

Pérdidas de presión (bar)	Agua fría	Agua caliente
Diferencias geodésicas	1,7	1,7
Tanques de presión	0,03	0,03
Plantas de esterilización	0,04	0,04
De flujo mínimo	1,5	1,5
Calentador de agua potable		0,17
En líneas troncales	3,3	3,2
<b>Total</b>	<b>6,57</b>	<b>6,64</b>

Las bombas de suministro tendrán la capacidad de:

$$Q = 4,752 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 6,64 \text{ bar} \cdot 1,1 = 7,304 \text{ bar}$$

Potencia=

$$P \text{ (Kw)} = \frac{4,752 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 67,728 \cdot 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}}{367 \cdot 0,71 \cdot 0,92} = 1,235 \text{ Kw}$$

## 12.1 Tanque de almacén de agua dulce

En el cuaderno 1 se estimó un consumo de 175 l/persona diario para la autonomía del buque. El almacenamiento requerido de 91,875 t se distribuirá en un tanque.

La capacidad de los tanques se dimensionará con un margen de 4% para compensar correcciones por estructura y dilataciones, resultando en una *capacidad de almacenamiento real* de **95,55 ton**.

$$V. \text{ total}_{AD} = 91,875 \text{ m}^3$$

$$V. \text{ tanque}_{AD} = 95,55 \text{ m}^3$$

El agua es suministrada mediante tanques a presión puesto que el suministro diario de 6,56 m<sup>3</sup>/h es inferior al límite de 30 m<sup>3</sup>/h para ser suministrado directamente por la bomba.

## 12.2 Bombas de circulación de agua sanitaria

Conocida los DN de las líneas de circulación según tabla A.7 de la Norma, se obtiene el volumen de agua para tuberías de polipropileno. Se calculan las pérdidas de presión como se hizo en el anterior punto y como en el apartado 12.3 de la Norma

$$H = \Sigma L \cdot R \cdot 1,4$$

El flujo de circulación Q es = 3· ΣV para el agua caliente

Volumen agua caliente ΣV	33,513	l
Volumen agua fría ΣV	50,600	l

Se disponen de dos bombas de cada línea, una de respeto de estas características.

**Tabla 19: Característica de bombas requeridas**

	<b>Caudal (l/h)</b>	<b>Altura H (bar)</b>	<b>Potencia (Kw)</b>
<b>Bomba de circulación A.Fria</b>	50,6	4,8	0,01
<b>Bomba de circulación A.Caliente</b>	100,5	4,6	0,2

**Tabla 20: Pérdidas de presión de circulación**

Cubierta	Pérdida de presión (lxR)	Líneas de circulación							
		Capacidad de agua por metro de tubería (l/m)	Longitud de la tubería (m)	Capacidad (l)	Caudal punta (l/s)	Diámetro nominal	Velocidad de flujo (m/s)	Presión diferencial R (bar)	Pérdida de presión (lxR)
<b>Cbta. 2</b>									
Agua fría	1,560	0,177	60	10,62	0,080	12	0,5	0,00125	0,075
Agua caliente	1,560	0,177	60	10,62	0,080	12	0,5	0,00125	0,075
<b>Cbta.Ppal</b>									
Agua fría	0,972	0,177	7	1,239	0,833	12	0,286	0,0011	0,0077
Agua caliente	0,500	0,177	7	1,239	0,595	12	0,200	0,0011	0,0077
<b>Cubta.7</b>									
Agua fría	0,285	0,177	15	2,655	1,140	12	0,175	0,001	0,015
Agua caliente	0,684	0,177	15	2,655	0,380	12	0,175	0,001	0,015
<b>Cubta.8</b>									
Agua fría	0,258	0,177	15	2,655	0,602	12	0,175	0,001	0,015
Agua caliente	0,258	0,177	15	2,655	0,172	12	0,125	0,001	0,015
<b>Cbta Puente</b>									
Agua fría	0,211	0,177	16	2,832	0,195	12	0,175	0,001	0,016
Agua caliente	0,156	0,177	16	2,832	0,098	12	0,125	0,001	0,016

### 12.3 Tanque hidróforo de agua fría sanitaria

Estos tanques proporcionan la presión necesaria para satisfacer los servicios sanitarios de agua fría.

Las bombas aspirarán de los tanques de almacén y descargarán al tanque hidróforo y a través de los colectores de descarga se alimentará a servicios sanitarios de agua dulce de Cámara de Máquinas, habitación y zonas de maniobras.

El agua del tanque hidróforo será esterilizada mediante luz ultravioleta. El tanque tendrá la capacidad del consumo del 40% de agua dulce lo que supone:

$$V. \text{ tanque }_{AFr\acute{a}} = \mathbf{2100 \text{ l}}$$

### 12.4 Tanque hidróforo de agua caliente sanitaria

El agua del tanque hidróforo de agua caliente será circulada al calentador de flujo continuo cerrado con válvulas antiretorno para evitar el cruce con la línea de agua potable fría.

Se utilizarán un calentador mixto eléctrico-vapor con termostato para regular la temperatura de almacenamiento a 60°C.

Se determina el volumen del calentador con el diagrama de la norma.

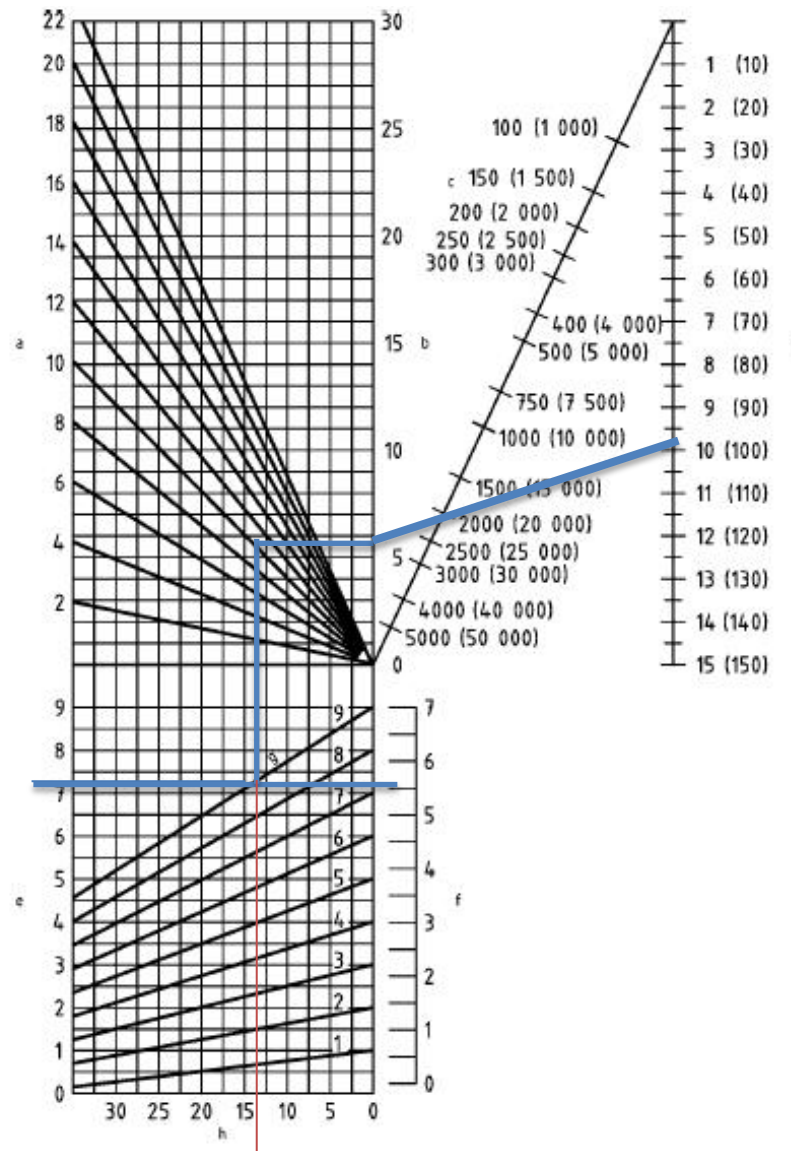
Para 10 puestas en marcha, S por hora y suponiendo una presión de corte  $P_a = 2 \text{ bar}$  mayor que la de apertura  $P_E$ .

El diagrama muestra:

- Volumen tanque = 2000 l
- Volumen de almacenamiento = 13% → 260 l.
- Pre-presión = 5,5 bar

$$V. \text{ tanque }_{ACaliente} = \mathbf{2000 \text{ l}}$$





<sup>a</sup> Frecuencia de accionamientos por h S

<sup>b</sup> Caudal a la salida de la bomba  $\dot{V}_p \times \frac{V_D}{V_D} \times \frac{m^3}{h - m^3}$

<sup>c</sup> Volumen del depósito  $V_D$  l

<sup>d</sup> Caudal a la salida de la bomba  $\dot{V}_p = \dot{V}_{pmin}$  en m³/h

<sup>e</sup> Presión de corte  $p_R$  de la bomba en bar

<sup>f</sup> Presión previa  $p_v$  en bar; para el aire comprimido en el depósito de agua

<sup>g</sup> Presión de corte  $p_A$  en bar

<sup>h</sup> Volumen utilizable del depósito de agua  $V_{eff}$  en %

$$V_{eff} = \frac{V_S}{V_D} \times 100$$

## 12.5 Calentador

De acuerdo a la tabla A.6 de la norma se recomienda para 30 personas un calentador de 650 l. de agua con una potencia de 40 Kw en 96 min.

## 12.6 Planta destiladora

La planta destiladora del fondo generará volumen suficiente para dar servicio a las necesidades de la maquinaria del buque mediante evaporadores de compresión de vapor por su eficiencia térmica.

Se dispondrá de un equipo hidróforo con capacidad de 300 l a una presión de servicio de 4 bar y con 2 bombas de circulación con descarga de 2 m<sup>3</sup>/h.

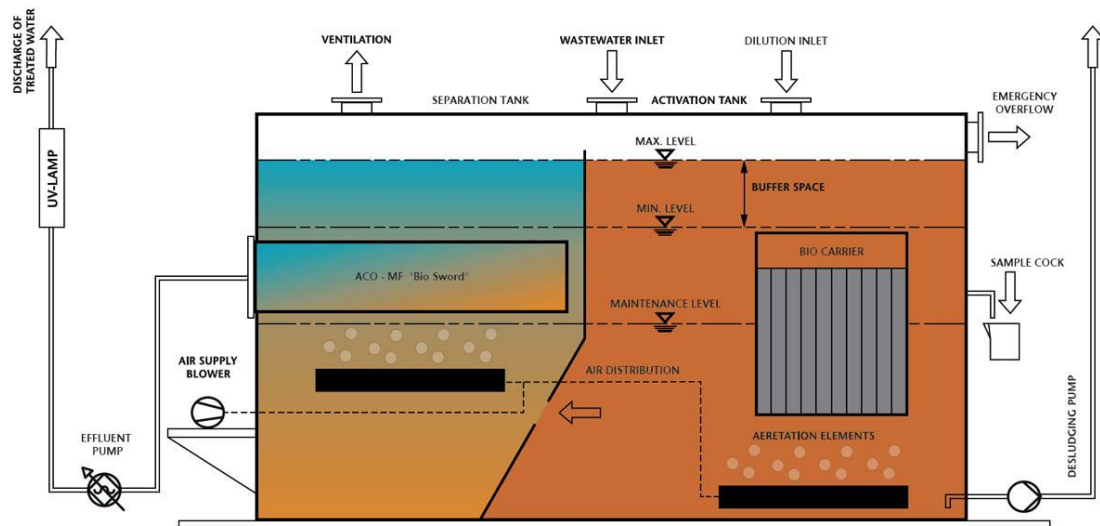
## 13. Sistema de tratamiento séptico

Las aguas grises y negras procedentes de los servicios sanitarios (lavabos, aseos, cocinas y otros) serán tratadas previamente a su vertido al mar o recogida en puerto siguiendo al Marpol, Anexo IV, Cap. III, Regla 2. El procesado de las aguas residuales se realizará mediante dos plantas de tratamiento séptico (siendo una de ellas de respeto) con sistema de descarga por vacío.

### 13.1 Planta tratamiento séptico

De acuerdo a la ISO 15749 la planta con vacío para buques e alta mar ha de tratar un mínimo de 4050 l diarios. Se optará por una planta de tratamiento biológico que elimina la etapa de sedimentación y cloración. El efluente es desinfectado mediante una luz ultravioleta. El efluente es tratado con la activación de microorganismos y bacterias que descomponen la materia. Se muestra un esquema del funcionamiento de la planta

**Figura 9: Proceso de planta depuradora**



Fuente: Aco-Clarimar

El desagüe sanitario será por vacío con tuberías de Cuni con DN 40 y DN 50. Las descargas se realizan a los tanques colectores de 1,5 m<sup>3</sup> cada uno con sistema de baldeo.

El vacío de aguas negras requerirá la capacidad de aire de:

$$P_1 = W \cdot b_1 \cdot f_1 \cdot f_2$$

b<sub>1</sub>= 60 l, consumo de aire en litros de la activación del mecanismo.

f<sub>1</sub>= 5, número de retretes por hora según tanle 7 Norma 15749-3.

f<sub>2</sub>= 1,25, factor de pérdidas causadas.

W=28 retretes y urinarios de vacío.

P<sub>1</sub>=10500 l/h capacidad de aire para aguas negras.

$$P_1 = 10500 \text{ l/h}$$

El vacío requerido de aguas grises es de :

$$P_2 = \frac{K \cdot m \cdot b_2}{a \cdot n} + \frac{K \cdot m}{a}$$

a = 2, número de periodos pico

b<sub>2</sub> = 50 l , consumo de aire en litros de la activación del mecanismo.

K= 30, designa el número de personas a causa de las cuales hay que descargar las aguas grises vía las líneas de achique operadas por vacío;

m =60, consumo de agua por persona en 24 h, en l.

n =5 l, cantidad de agua utilizada en una activación de un mecanismo de vacío.

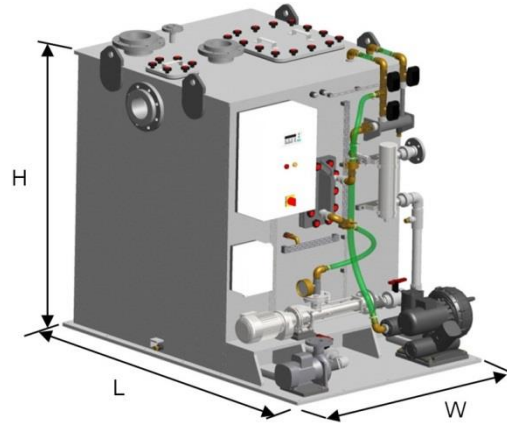
P<sub>2</sub> =9900 l/h la capacidad de aire para las aguas grises.

$$P_2 = 9900 \text{ l/h}$$

La planta depuradora seleccionada es del tipo Clarimar MF-3

**Figura 10: Planta depuradora**

Planta Clarimar MF-3	
Carga hidráulica	5600 l/día
Carga sólida	3,61 Kg/día
Dimensiones	
L	2190 mm
W	1645 mm
H	1750 mm
Peso húmedo	3830 Kg
Peso seco	610 Kg



### 13.2 Bombas de circulación y descarga de aguas grises

Se dispondrán de dos bombas de circulación de aguas grises al tanque de almacenamiento (una de respeto) para cada planta. La misma cantidad será dispuesta para las bombas de descarga al mar con la capacidad de descarga del 50% del almacenamiento.

Caudal operación	10 m <sup>3</sup> /h
Presión de diseño	4 bar

## 14. Servicio de vapor

El servicio de vapor es la fuente principal de calor del buque. Permite calentar espacios de habitación, tanques de combustible o aquellos elementos o equipos del sistema de propulsión y auxiliares que lo requieran.

La fuente principal de vapor son las calderas de los gases de escape de los motores que aprovechan el calor residual para la producción de vapor de agua dulce.

El balance térmico de vapor permitirá definir la Planta de Generación de vapor partiendo de la demanda de energía en distintas situaciones de explotación. Con este análisis se determina el número y capacidad de calderas a instalar.

El valor generado es conducido al colector para ser distribuido a los distintos consumidores:

- Tanque de reboses y derrames de aceite y combustible
- Tanques de aceite de motores principales
- Tanque de lodos
- Tanque de aceite sucio
- Tanque de agua de sentinas
- Calentador agua sanitaria
- Sistema de aire acondicionado

El vapor de las calderas alimentará el colector principal mediante válvulas de retención, los condensados generados son enviados nuevamente a la caldera para cerrar el circuito.

Los condensados procedentes de intercambiadores de calor u otros calentadores que puedan ensuciar el vapor son filtrados.

### 14.1 Criterios del balance vapor

Se tratará de hacer balance térmico para cada situación de operación. Se considera el vapor saturado seco generado a una presión absoluta de 7,5 bar, con una pérdida en la tubería de 0,5 bar, se toma una presión final para el cálculo de 7 bar.

Las propiedades térmicas del agua a utilizar para el cálculo son:

<b>Presión absoluta</b>	<b>7 bar</b>
<b>Entalpía de vaporización (<math>h_v</math>)</b>	<b>493,5 Kcal/kg</b>
<b>Temperatura</b>	<b>164,2</b>

La energía calorífica del vapor a 7 bar será:

$$Q = q \times h_v$$

Q = energía de vapor en Kcal/h

$q$  = flujo másico de vapor en Kg/h

$h_v$  = entalpía de vaporización.

## 14.2 Datos de partida

### 14.2.1 Propiedades de fluidos

**Tabla 21: Propiedades de fluidos**

Fluido	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (Kcal/Kg°C)
Agua dulce	1000	1,000
Agua salada	1025	0,96
MDF	900	0,5
Aceite	920	0,5
Aguas oleosas	1000	0,5
Lodos	900	0,6
Aire	1029	0,31

### 14.2.2 Condiciones ambientales

**Tabla 22: Condiciones ambientales**

Medio	Temperatura (°C)
Agua de mar	2
Aire atmosférico	0
Espacio vacío	10
Cámara de máquinas	20
Habitación	20
Tanque de lastre	5
Tanque frío o zona de carga	5

### 14.2.3 Elevación de temperatura de tanques

**Tabla 23: Incrementos de temperatura**

Tanque	T.inicial (°C)	T.final (°C)	Intervalo de tiempo (h)
Lodos	20	50	4
Reboses	20	60	2
Aceite sucio	30	60	2

#### 14.2.4 Coeficiente de transferencia térmica en tanques

**Tabla 24: Incrementos de temperatura**

Superficie Tanque	Fluidos	K (Kcal/h·m <sup>2</sup> °C)
Paredes	Aceite/Agua	15
	Aceite/Aire	4,5
	Aceite/tanque vacío	3,5
	Aceite/tanque agua	4
	Aceite/tanque aceite	4
	Sentinas/tanque vacío	20
	Sentinas/Mar	90
Fondo	Aceite/Agua	2,5
	Aceite/tanque vacío	1,7
	Aceite/tanque aceite	1,3
	Sentinas/Mar	15
Tapa	Aceite/Aire	4,5
	Sentinas/Aire	25

#### 14.3 Cálculo de consumos de vapor

En el balance de vapor se hará uso del valor del flujo másico correspondiente a:

$$\dot{q} = \frac{Q}{h_v} \text{ (kg/h)}$$

En el cálculo de consumo de vapor de calefacción de tanques se tendrá en cuenta las condiciones de:

- Calor necesario para elevar la temperatura de fluido en un tiempo determinado.
- Calor necesario para reponer las pérdidas que se producen a través de las paredes del tanque.

Los valores resultantes del balance de vapor se desglosan en el Anexo IV en los apartados siguientes solo se indica el procedimiento de cálculo y valores de partida.

Por tanto, el calor necesario para elevar la temperatura se calcula como:

$$Q_T = \frac{\rho \cdot V \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1)}{T} = \frac{m \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1)}{T}$$

Donde,

Q = calor necesario en Kcal/h

$\rho$  = densidad del fluido del tanque en kg/m<sup>3</sup>

V = Volumen del fluido del tanque en m<sup>3</sup>

$c_p$  = calor específico en Kcal/Kg °C

$t_2$  = temperatura final en °C

$t_1$  = temperatura inicial en °C

T = tiempo de calentamiento en horas.

Para mantener el tanque a una temperatura superior a la del entorno se producen unas pérdidas a reponer que se calculan de la siguiente manera:

$$Q_R = K \cdot A \cdot (t_{int} - t_{ext})$$

Donde;

Q = calor necesario a reponer en Kcal/h

A = Área pared de transmisión del tanque en m<sup>2</sup>

$t_{int}$  = temperatura interior en °C

$t_{ext}$  = temperatura exterior en °C

K = coeficiente de transmisión de calor en Kcal/h·m<sup>2</sup>·°C



### 14.3.1 Calentadores de tanques

Partiendo de lo anterior, se calcula el consumo de vapor de los tanques como el que ha de aportar el calentador siendo la suma del calor necesario para alcanzar dicha temperatura más las pérdidas.

$$Q = Q_T + Q_P$$

En el Anexo IV se recogen los cálculos de las necesidades de vapor de cada tanque.

Los valores de la tabla corresponden a los calentadores de cada motor en condición normal de servicio suponiendo uno de ellos de respeto.

### 14.3.4 Calentadores purificadores de MDF

El calor necesario se define de lo siguiente:

$$Q = C \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_s - t_e)$$

C= Caudal de combustible a calentar en dm<sup>3</sup>/h

t<sub>s</sub>, t<sub>e</sub> = 20°C como se indicó en el Cuaderno 10

Solo habrá un precalentador. Para un calentador por separadora se tiene:

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
27243	55.2	3	110,41

### 14.3.5 Calentadores purificadores de aceite MM.PP

Siguiendo con el mismo procedimiento solo varía el salto de temperatura que será de 30° indicado en el Cuaderno 10. Se aplica para cada motor con un caudal de 3,225 dm<sup>3</sup>/h.

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
52053,6	105,48	4	421,91

### 14.3.6 Calentadores purificadores de aceite MM.AA

Se utilizará un calentador para motores auxiliares.

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
2649,6	5,37	2	10,74

#### 14.3.8 Precalentadores de agua dulce de cilindros de MMPP

Con los datos del fabricante del motor indicados en el punto 7.4.8 del Cuaderno 10 se calcula el calor necesario como:

$$Q = 6,5 \cdot C \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_s - t_e)/h$$

C= cantidad de agua en el circuito de los cilindros en m<sup>3</sup>

t<sub>s</sub>- t<sub>e</sub> = Diferencia de temperatura del agua de 50°C

h = tiempo necesario de calefacción equivalente a 12 h.

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
63,73	0,13	2	0,26

#### 14.3.9 Precalentadores de agua dulce de cilindros de MMAA

Se calcula como en el punto anterior contando con un precalentador por motor.

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
10,16	0,02	1	0,02

#### 14.3.10 Calentadores sanitarios de agua dulce

Se estima el consumo del 60% del consumo total sanitario incluyendo servicio de lavandería, cocinas y limpieza, lo que supone 105 l/día por persona obteniendo un consumo medio de 0,131 m<sup>3</sup>/h

$$Q = C \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_s - t_e)$$

C = caudal de agua consumida de 0,131 m<sup>3</sup>/h

t<sub>s</sub>= 55°C temperatura salida del calentador incluyendo pérdidas hasta llegar al punto local.

t<sub>e</sub> = 5°C, temperatura del tanque frío de agua dulce

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
6550	9,12	1	9,12

#### 14.3.11 Unidades de aire acondicionado

El calor necesario se considera partiendo de datos obtenidos en el punto 7.3.2 aplicados en la siguiente expresión:

$$Q = N \cdot C \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_s - t_e)$$

N= número de tripulantes

C= caudal de aire a renovar por tripulante en m<sup>3</sup>/h

ρ = peso específico del aire en Kg/m<sup>3</sup>

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
5826,31	11,81	2	23,6

#### 14.3.12 Servicio hotel

El calor necesario para servicios de habilitación de lavandería, limpieza, cocina se estiman en un 20% de calentadores sanitarios de vapor.

Q (Kcal/h)	q (Kg/h)	Unidades	q <sub>total</sub>
1310	2,65	1	2,65

### 14.4 Balance de vapor

El balance de vapor se calcula para las operaciones de navegación y puerto con sus respectivos coeficientes de utilización “Ku” y consumidores en servicio.

Tabla 25: Balance de vapor

CARACTERISTICAS			NAVEGACIÓN						PUERTO								
			Carga Normal			Calentamiento Tanques			Descargando			Maniobra			Normal		
CONSUMIDOR	Nº	Consumo (Kg/h)	Nº	Ku	Flujo másico vapor (Kg/h)	Nº	Ku	Flujo másico vapor (Kg/h)	Nº	Ku	Flujo másico vapor (Kg/h)	Nº	Ku	Flujo másico vapor (Kg/h)	Nº	Ku	Flujo másico vapor (Kg/h)
T.Aceite sucio (42,672 m3) Er.	1	618,57	1	0,5	309,284	1	0,5	309,284	1	0,5	309,284	1	0,5	309,284	1	0,5	309,284
Tanque Lodos (22,665 m^3)	1	00,55	1	0,5	150,276	1	0,5	150,276	1	0,5	150,276	1	0,5	150,276	1	0,5	150,276
T.Aceite sucio MM.AA (20,259 m3) Br.	1	259,86	1	0,5	129,930	1	0,5	129,930	1	0,5	129,930	1	0,5	129,930	1	0,5	129,930
Calent. Purif.MDF	3	55,204	2	0,7	77,285	2	0,7	77,285	1	0,7	38,643	1	0,4	22,081	1	0,7	38,643
Calent. Purif.MDF de MM.AA	2	5,271	1	0,7	3,689	1	0,7	3,689	1	0,7	3,689	1	0,4	2,108	1	0,7	3,689
Calent. Purif. Aceite MM.PP	4	90,182	2	0,9	162,328	2	0,9	162,328	2	0,7	126,255	2	0,9	162,328	2	0,9	162,328
Calent. Purif. Aceite MM.AA	2	5,369	1	0,9	4,832	1	0,9	4,832	1	0,7	3,758	1	0,9	4,832	1	0,9	4,832
Calent. A.D cilindros MM.PP	2	0,129	0	0	0,000	0	0	0,000	2	0,9	0,232	0	0	0,000	2	0,9	0,232
Calent. A.D cilindros MM.AA	1	0,021	0	0	0,000	0	0	0,000	1	0,9	0,019	0	0	0,000	1	0,9	0,019
Calent. Sanitarios A.D	1	13,273	1	0,5	6,636	1	0,5	6,636	1	0,5	6,636	1	0,5	6,636	1	0,5	6,636
Unidad A.Acondicionado	2	11,806	2	0,8	18,890	2	0,8	18,890	2	0,8	18,890	2	0,8	18,890	2	0,8	18,890
Servicio hotel	1	2,655	1	0,8	2,124	1	0,8	2,124	1	0,5	1,327	1	0,7	1,858	1	0,5	1,327
<b>TOTALES</b>					<b>865,275</b>			<b>865,275</b>			<b>788,940</b>			<b>808,224</b>			<b>826,087</b>

### 14.5 Planta generadora de vapor.

La planta generadora de vapor para dar servicio de calefacción estará constituida por:

- 2 calderetas de gases de exhaustación, una por línea.
- Una caldera auxiliar para dar servicio en puerto.

La capacidad de producción de las calderetas de vapor verificando el punto 7.5.2 del Cuaderno 4 será:

$$Q_v = \frac{Q_g \cdot C_e \cdot (T_e - T_s)}{(h_v - h_a)} \cdot \eta_{caldera}$$

$Q_v$  = caudal de vapor generado en Kg/h.

$Q_{ge}$  = 22 Kg/s , caudal de gases de escape por motor en régimen de servicio.

$c_p$  = 0,25 Kcal/Kg°C, calor específico de los gases de escape.

$T_e$  = 354°C, temperatura a la entrada de caldera que se toma como la salida de la turbosoplante.

$T_s$  = 185°C, temperatura a la entrada de caldera que se toma como la salida de la caldereta.

$h_v$  = 661,6 Kcal/kg, entalpia de vapor a 7,5 bar.

$h_a$  = 50 Kcal/kg, entalpia del agua de alimentación a 50°C.

$\eta_{caldera}$  = 0,96, rendimiento de la caldereta.

Se obtiene un caudal por línea de 8753,96 Kg/h.

Como las necesidades de navegación no requieren el total de la capacidad, se dispondrán de 2 calderas multimotor del fabricante "Ulmatec" con una capacidad de producción de **250000 Kcal/h** (La demanda máxima en buque es de 572465, 68 Kcal/h) y una caldera auxiliar acuotubular de **850 Kg/h** del fabricante "Alfa Laval" modelo *Aalborg OS*.

En navegación normal entrará en servicio las calderas de exhaustación pero en los periodos de funcionamiento de calentadores de purificadores de aceite, se hará uso complementario de la caldera auxiliar puesto que la demanda de vapor supera la producción de las calderas de exhaustación.

En condición de puerto entrará en servicio la caldera auxiliar.

## 15. Servicio de lastre y sentinas

### 15.1 Sistema de lastre y antiescora

El servicio de lastre dispondrá de bombas independientes a la de sentinas para facilitar el lastrado en cada condición de carga y evitar la contaminación en el sistema. Se permitirá el lastrado máximo de 2285 m<sup>3</sup> mediante 3 electrobombas centrífugas de 190 m<sup>3</sup>/h a 3 bar cada una con capacidad de llenado alrededor de 4 h.

Los tanques de lastre se distribuyen en dos zonas principales:

- a) 1813,7 m<sup>3</sup> en tanques del fondo desde la sección media hasta proa.
- b) 471,578 m<sup>3</sup> en costados y centro de popa

El lastrado se hará en 8 horas y las bombas han de suplir la presión:

$$H = (P_2 - P_1) + \Delta h + P_{\text{fricción}} + P_{\text{accesorio}}$$

Las tomas de mar se localizan a 14 m de la línea base en popa y 7,5 m en proa. La condición de carga más estricta es de un calado mínimo de 5,404 m. Las bombas de lastre en proa se situarán a una altura de 7,5 m.

El caudal del colector de agua salada para n= 3 bombas simultáneas será:

$$Q = \frac{V}{T \cdot n}$$

$$Q = 2285,278 \text{ m}^3 / 4 \text{ h} \cdot 3 = 190,44 \text{ m}^3/\text{h} = 3173,997 \text{ l/min.}$$

$$A \rightarrow \frac{190,44 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \cdot 2,5 \text{ m/s}} = 0,02 \text{ m}^2 \quad d = \sqrt{4A/\pi} = 0,164 \text{ m} \rightarrow \text{DN} = 200 \text{ mm}$$

Ante el lastrado, el buque se puede encontrar con trimado apopante o aproante. Se calculan las pérdidas para cada zona con tubería de acero galvanizado con el parámetro C=120 para el caso más desfavorable, aunque normalmente se realizan lastrados parciales en operación sin llegar a deslastrar el tanque completo.

#### Zona de popa

$$P = \rho \cdot g \cdot z_{\text{tanque}} = 40,47 \text{ m.c.a} = 3,97 \text{ bar}$$

$$\text{Salto geométrico} = \Delta h = 14 - 1 = 13 \text{ m}$$

$P_{\text{accesorios}} \rightarrow$  con formulación Hazen Williams.

**Tabla 26: Pérdidas de carga por accesorios en popa**

POPA				
Accesorio	Cantidad	Le (m)/u.	Le total (m)	Pérdida de carga (bar)
Codo	6	5,7	34,2	0,055
Válvula mariposa	3	8,6	25,8	0,042
V.Compuerta	2	47	94	0,151
T roscada	5	11	55	0,089
Válvula de esfera	8	64	512	0,825
<b>Total</b>				<b>1,162</b>

La tubería se distribuye desde la Cámara de bombas en la cuaderna 210 hasta los tanques de popa de la cuaderna 37. Las pérdidas de carga de la tubería por fricción serían

$$P_{\text{fricción}} = 0,001 \text{ bar}$$

La pérdidas geodésicas son  $= 0,098 \cdot 13 \text{ m} = 1,274$

$$P_{\text{estática}} = 1,274 \text{ bar}$$

#### Zona de proa

$$P = \rho \cdot g \cdot z_{\text{tanque}} = 20,11 \text{ m.c.a} = 1,97 \text{ bar}$$

$$\text{Salto geométrico} = \Delta h = 7,5 - 0,5 = 7 \text{ m}$$

$P_{\text{accesorios}} \rightarrow$  con formulación Hazen Williams.

**Tabla 27: Pérdidas de carga por accesorios en proa**

PROA				
Accesorio	Cantidad	Le (m)/u.	Le total (m)	Pérdida de carga (bar)
Codo	10	5,7	57	0,092
Válvula mariposa	3	8,6	25,8	0,042
V.Compuerta	2	47	94	0,151
T roscada	5	11	55	0,089
Válvula de esfera	5	64	320	0,516
<b>Total</b>				<b>0,889</b>

La tubería se distribuye desde la Cámara de bombas en la cuaderna 210 hasta los tanques de popa de la cuaderna 37. Las pérdidas de carga de la tubería por fricción serían

$$P_{\text{fricción}} = 0,001 \text{ bar}$$

La pérdidas geodésicas son  $= 0,098 \cdot 7 \text{ m} = 0,686$

$$P_{\text{estática}} = 0,686 \text{ bar}$$

La presión requerida será la mayor de ambas opciones, es decir las requeridas para la zona de popa donde:

$$\text{NPSH} = (P_2 - P_1) \cdot 10,2 + \Delta h + H_{\text{dist}} + H_{\text{accesorios}}$$

$$\rightarrow P_{\text{requerida}} = 3,97 \text{ bar} + 1,274 \text{ bar} + 0,001 \text{ bar} + 1,162 \text{ bar} = \mathbf{6,407 \text{ bar}}$$

Se dispondrán de tres bombas centrífugas de la siguiente potencia:

$$P \text{ (Kw)} = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \tau_m \cdot \tau_e} = \frac{190,44 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 65,35 \text{ m.c.a.} \cdot 1,025}{367 \cdot 0,7 \cdot 0,8} = 62,069 \text{ Kw}$$

$$P \text{ (Kw)} = \mathbf{62,069 \text{ Kw}}$$

### 15.1.1 Equipo antiescora

El buque estará provisto de dos tanques antiescora (babor-estribor) de 345 m<sup>3</sup> estimados asociado al sistema antiescora de "Hoppe Marine" que permitirá la corrección de escoras mayores a 10° facilitando las operaciones de carga/descarga reduciendo estancia en puerto y daños en las rampas y carga.

El sistema consiste en comunicar los tanques laterales mediante una tubería que permite el trasiego de agua de una banda a otra por medio de una bomba reversible con capacidad de 100 m<sup>3</sup>/h a 2,2 bar.

El sistema se compone de:

- Panel de control antiescora local y remoto en puente, oficina de control de carga.
- Panel arrancador de bomba
- Válvulas neumáticas.
- Transductores e interruptores de nivel.



- Microordenador HOMIP

## 15.2 Sistema de sentinas

Este sistema ha de achicar las sentinas del buque cuando esté adrizado o con una escora inferior a 5º con capacidad de evacuar todo líquido de tanques, compartimentos y otros derivado de condensaciones, pérdidas de líquidos de sistemas u otros.

De acuerdo a consideraciones del SOLAS y DNV-GL se proceden a calcular elementos del sistema.

### 15.2.1 Colector de sentinas y pocetes

El DNV-GL determina en Part 1, Chapter 2, section 11 el diámetro del colector principal y de las tuberías que han de aspirar de los pocetes que ha de tomarse el valor nominal más próximo al resultante de la fórmula.

Siendo L, B, H, la eslora entre perpendiculares, manga y puntal del buque el diámetro mínimo del colector de sentinas será:

$$d_H = 1,68 \cdot \sqrt{(B + H) \cdot L} + 25 \text{ (mm)}$$
$$d_h = \mathbf{173,8 \text{ mm}}$$

Manteniendo los mismos datos y siendo "l" eslora del compartimento estanco se determina el diámetro mínimo de los ramales como:

$$d_z = 2,15 \cdot \sqrt{(B + H) \cdot l} + 25 \text{ (mm)}$$

En cada compartimento estanco se dispondrán dos pocetes, una a cada banda.

### 15.2.2 Bombas de sentinas

Siguiendo el reglamento DNV-GL en la misma localización, se disponen *dos bombas motorizadas autocebantes* conectadas al colector o de achique con una velocidad mínima de 2 m/s lo que supone que cada bomba ha de suministrar el caudal de:

$$Q = 5,75 \cdot 10^{-3} \cdot d_H^2 \text{ (m}^3/\text{h)}$$
$$Q = 173,68 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \mathbf{174 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}$$

Las bombas de sentinas se instalarán en la Cámara de Máquinas.

### 15.2.3 Requerimientos de achique de sentinas

En los espacios de máquinas se achica mediante:

- Achique de los pocetes conectados al colector principal
- Achique directo del circuito de la bomba sin pasar por el colector principal.
- Achique a través de la bomba principal de refrigeración de agua de la planta propulsora en caso de emergencia, este ramal tendrá una válvula de cierre antirretorno de seguridad.

Las bodegas y espacios de carga dispondrán de pocetes en proa y popa distribuidos uniformemente y separados a 40 m.

En túneles de línea de ejes se achica el pocete de popa mediante una tubería unida al colector principal de sentinas.

El achique en caja de cadenas se realiza mediante un sistema independiente compuesto de 2 bombas mecánicas (una de ellas de respeto) autoaspirantes.

#### **15.2.4 Separador de sentinas**

En los espacios de máquinas y líneas de ejes las sentinas las aguas de sentinas son mezcladas con hidrocarburos y otras sustancias oleosas y para evitar la contaminación del mar con su descarga, estas aguas son procesadas por el separador. El separador tiene la función de obtener un efluente limpio con un contenido de hidrocarburos < 15 ppm de acuerdo al Anexo I de Marpol para ser descargado al mar.

El sistema del separador se constituye de un separador estático de gravedad, filtros coalescentes, de absorción, células de medición y unidades de control.

El agua oleosa es bombeada mediante accionamiento eléctrico estimado de 2,5 Kw. La capacidad de la separadora se determina para el vaciado de 10 pocetes de 150 litros en 30 minutos siendo el caudal  $Q_s = 3 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### **16. Tratamiento de basuras**

Siguiendo el cumplimiento de *Marpol 1973/1978*, , *Anexo V, Regla 4*; se tratarán las basuras generadas a bordo puesto que se prohíbe la descarga de basuras (orgánicos, papel, vidrios, lozas,...) al mar a menos de 12 millas de la tierra próxima.

Las basuras que se prohíben echar al mar, Regla 1, Anexo V, Marpol son:

*“ Toda clase de restos de víveres, salvo pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, las cuales suelen echarse continua o periódicamente.”*

Se instalará un incinerador del fabricante noruego TeamTec para el tratamiento de basura orgánica y lodos de combustible con certificación del DNV-GL.

Se determina la capacidad del incinerador estimando la generación de carga sólida de basura de 1,4 Kg/persona diarios (EMSA, 2015). El incinerador ha de tener la capacidad de quemar el 2% del suministro diario de combustible (1,36 t.).

La carga de basura para 30 personas son  $1,4 \text{ Kg} \cdot 30 = 42 \text{ Kg/día}$

Se selecciona un incinerador tipo OG 200 CS con especificaciones en el Anexo.

- Capacidad calorífica: 400000 kcal/h 465 Kw
- Capacidad de lodos: 53 l/h
- Capacidad residuos sólidos: 20-50 Kg/h

## 16. Bibliografía

- Van Dokkum, K. *Ship knowledge. A modern encyclopedia*. Ed.Dokmar. 2003.
- Borstlap, René; Hans ten Katen. *Ship'S Electrical Systems*. Ed.Dokmar, Maritim Publishers BV.2011.
- iACS Recommendation Nº132 (2013).Human Element Recommendations for structural design of lighting, ventilation, vibration, noise, access and egress arrangements.
- GL (2010).Rules for Classification and Construction Ship Technology VI .Part 3, Guidelines for the Use of Gas as Fuel for Ships. Publicado por GL AG, Hamburg.May2010.
- DNV-GL (2014).Rules for Classification and Construction Ship Technology I .Part 1, Chapter 21,"Ventilation". Publicado por DNV GL SE, Hamburg.July2014.
- DNV-GL (2015).Rules for Classification and Construction Ship Technology I .Part 1, Chapter 2,"Machinery installations". Publicado por DNV GL SE, Hamburg.July2015.
- UNE-EN ISO 7547.Embarcaciones y tecnología marina .Aire acondicionado y ventilación de los alojamientos. Ed.AENOR. Diciembre 2005.
- UNE-EN-ISO 8861. Ventilación de la sala de máquinas de barcos de motor diésel. Requisitos de diseño y bases de cálculo. Ed.AENOR. Enero 1999.
- UNE-EN ISO 15748. Embarcaciones y tecnología marina. Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas. Ed.AENOR. Febrero 2003.
- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS).Edición refundida 2010.

# **Anexo I:**

Ventilación espacios de máquinas

## 1. Ventilación espacios de máquinas

**Tabla 1: Distribución de ventilación de impulsión en máquinas**

ZONAS	Volumen (m <sup>3</sup> )	Nº RENOV./H Impulsión	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Distribución impulsión	Nº Vent. en servicio	Pot. unitaria (Kw)	Pot.instal. (Kw)
Local servo	466,944	20	9338,88	V. forzada	2	12,100	24,201
Local maq.aux.proa	477,204	30	14316,12	V. forzada	2	18,549	37,099
Local Separadoras	247,567	15	3713,505	V. forzada	2	4,812	9,623
Local de MM.PP	2872,828	65	462078	V. forzada	6	598,714	3592,287
Local de MM.AA	270,92	50	36666	V. forzada	1	47,508	47,508
Cámara de bombas	163,72						
Local de planta de A.residuales	96,84	40	3873,6	V. forzada	2	5,019	10,038
Local hélices de maniobra	168,577	40	6743,08	V. forzada	2	8,737	17,474
Local de máq. Hidráulica Pr.	41,469	30	1244,07	V. forzada	1	1,612	1,612
Local de máq. Hidráulica Pp.	49,772	30	1493,16	V. forzada	1	1,935	1,935
Local Generador de emergencia	73,07	15	1096,05	V. forzada	1	1,420	1,420
Local de baterías	7,296	20	145,92	V. forzada	1	0,189	0,189
Local de A.A	96,526	30	2895,78	Natural	1	3,752	3,75206215

**Tabla 2: Distribución de ventilación de extracción en máquinas**

ZONAS	Nº RENOV./H Extracción	Q Extracción (m <sup>3</sup> /h)	Distribución extracción	V. en servicio	Pot. unitaria (Kw)	Pot.instal. (Kw)
Local servo	25	11673,6	V. forzada	2	15,125	30,251
Local maq.aux.proa	25	11930,1	V. forzada	1	15,458	15,458
Local Separadoras	15	3713,505	V. forzada	1	4,812	4,812
Local de MM.PP	65	462078	V. forzada	4	598,714	2394,858
Local de MM.AA	50	36666	V. forzada	1	47,508	47,508
Cámara de bombas						
Local de planta de A.residuales	40	3873,6	V. forzada	2	5,019	10,038
Local hélices de maniobra	40	6743,08	V. forzada	2	8,737	17,474
Local de máq. Hidráulica Pr.	40	1658,76	V. forzada	1	2,149	2,149
Local de máq. Hidráulica Pp.	40	1990,88	V. forzada	1	2,580	2,580
Local Generador de emergencia	20	1461,4	V. forzada	1	1,894	1,894
Local de baterías	25	182,4	V. forzada	1	0,236	0,236
Local de A.A	40	3861,04	V. forzada	1	5,003	5,00274953

## **Anexo II:**

Ganancias y pérdidas de calor



## 1. Condición de invierno

ZONAS	POPA						
	$\Delta T$	Kv	Av	Kg	Ag	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	0	0,6	22,7	0	0	0	0
Camarotes extremo proa	5	0,9	37,966	0	0	170,847	0,171
Salones/Comedor	0	0,6	43,965	0	0	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones(1)	17	0,8	11,25	0	0	153,000	0,153
Oficinas/Sala reuniones (2)	0	0,9	46,72	0	0	0,000	0,000
Hospital	5	0,9	8,095	0	0	36,428	0,036
Sala control CC.MM	17	0,8	46,1797	0	0	628,044	0,628
Cocina	0	0,8	13,1225	0	0	0,000	0,000
Puente navegación	0	0,6	198,585	3,5	1,536	0,000	0,000
						<b>988,318</b>	<b>0,988</b>

ZONAS	PROA						
	$\Delta T$	Kv	Av	Kg	Ag	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	0	0,6	124,878	0	0	0	0
Camarotes extremo proa	0	0,6	33,768	3,5	2,1	0,000	0,000
Salones/Comedor	0	0,6	43,965	0	0	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (1)	17	0,8	12,865	0	0	174,964	0,175
Oficinas/Sala reuniones (2)	0	0,9	45,105	0	0	0,000	0,000
Hospital	0	0,6	8,1625	0	0	0,000	0,000
Sala control CC.MM	17	0,8	36,7188	0	0	499,376	0,499
Cocina	17	0,8	13,1225	0	0	178,466	0,178
Puente navegación	0	0,6	66,48	3,5	9,587	0,000	0,000
						<b>852,806</b>	<b>0,853</b>

ZONAS	CUBIERTA						
	$\Delta T$	Kv	Av	Kg	Ag	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	5	0,9	141,176	0	0	635,292	0,635292
Camarotes extremo proa	5	0,9	177,261	0	0	797,675	0,798
Salones/Comedor	5	0,6	96,735	0	0	290,205	0,290
Oficinas/Sala reuniones (1)	0	0	50,61	0	0	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (2)	0	0,6	84	0	0	0,000	0,000
Hospital	0	0,6	17,11	0	0	0,000	0,000
Sala control CC.MM	17	0,8	83,577	0	0	1136,647	1,137
Cocina	0	0,9	18,286	0	0	0,000	0,000
Puente navegación	5	0,9	139,519	0	0	627,836	0,628
						<b>3487,654</b>	<b>3,488</b>

COSTADO							
ZONAS	$\Delta T$	Kv	Av	Kg	Ag	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	0	0,9	165,51	3,5	2,5	0	0
Camarotes extremo proa	5	0,6	110,416	0	0	331,248	0,331
Salones/Comedor	5	0,6	69,27	3,5	8	347,810	0,348
Oficinas/Sala reuniones (1)	5	0,9	52,755	3,5	0,18	240,548	0,241
Oficinas/Sala reuniones (2)	5	0,9	36,87	3,5	0,54	175,365	0,175
Hospital	5	0,9	12,99	0	0	58,455	0,058
Sala control CC.MM	17	0,8	66,6	0	0	905,760	0,906
Cocina	5	0,9	17,565	0	0	79,043	0,079
Puente navegación	0	0,6	9,792	3,5	13,3122	0,000	0,000
						<b>2138,228</b>	<b>2,138</b>

TECHO							
ZONAS	$\Delta T$	Kv	Av	Kg	Ag	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	5	0,9	141,176	0	0	635,292	0,635292
Camarotes extremo proa	5	0,9	177,261	0	0	797,675	0,798
Salones/Comedor	0	0,6	96,735	0	0	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (1)	5	0	50,61	0	0	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (2)	5	0,6	84	0	0	252,000	0,252
Hospital	0	0,6	17,11	0	0	0,000	0,000
Sala control CC.MM	42	0,8	83,577	0	0	2808,187	2,808
Cocina	0	0,9	18,286	0	0	0,000	0,000
Puente navegación	5	0,6	139,519	0	0	418,557	0,419
						<b>4911,711</b>	<b>4,912</b>

## 2. Condición de verano

POPA									
ZONAS	Aporte debido al sol				Calor aportado por las personas			Calor aportado por iluminación	
	$\Delta T_r$	Gs	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)	Nº personas	Emisión (W)	$\Phi$ (KW)	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	12	350	163,440	0,163	22	120	2,64	0,000	0,000
Camarotes extremo proa	12	350	410,033	0,410	13	120	1,56	0,000	0,000
Salones/Comedor	12	240	316,548	0,317	19	120	2,28	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones(1)	12	240	108,000	0,108	18	120	2,16	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (2)	12	240	504,576	0,505	6	120	0,72	0,000	0,000
Hospital	12	240	87,426	0,087	4	120	0,48	0,000	0,000
Sala control CC.MM	29	240	1071,369	1,071	3	235	0,705	0,000	0,000
Cocina	12	240	125,976	0,126	2	235	0,47	0,000	0,000
Puente navegación	12	240	1798,452	1,798	3,5	120	0,42	0,000	0,000
								0,000	0,000

PROA									
ZONAS	Aporte debido al sol				Calor aportado por las personas			Calor aportado por iluminación	
	$\Delta T_r$	Gs	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)	Nº personas	Emisión (W)	$\Phi$ (KW)	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	12	35	899,12	124,87	22	120	2,64	0,000	0,000
Camarotes extremo proa	12	35	978,13	8	13	120	1,56	0,000	0,000
Salones/Comedor	12	24	316,54	33,768	19	120	2,28	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (1)	12	0	43,965	4	18	120	2,16	0,000	0,000
		24	123,50						
	12	0	12,865						

Anexo II: Ganancias y pérdidas de calor  
Noelia López Puentenueva

Oficinas/Sala reuniones (2)	12	24	487,13	4	45,105	6	120	0,72	0,000	0,000
Hospital	12	24	58,770	8,1625	4	120	0,48	0,000	0,000	
Sala control CC.MM	12	24	352,50	36,718	3	235	0,705	0,000	0,000	
Cocina	12	24	125,97	13,122	2	235	0,47	0,000	0,000	
Puente navegación	12	24	2779,5	66,48	3,5	120	0,42	0,000	0,000	
									0,000	0,000

CUBIERTA									
ZONAS	Aporte debido al sol				Calor aportado por las personas			Calor aportado por iluminación	
	$\Delta T_r$	G <sub>s</sub>	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)	Nº personas	Emisión (W)	$\Phi$ (KW)	$\Phi$ (W)	$\Phi$ (Kw)
Camarotes centrales	16	350	2032,934	141,176	22	120	2,64	0	0
Camarotes extremo proa	16	350	2552,558	177,261	13	120	1,56	0,000	0,000
Salones/Comedor	16	240	928,656	96,735	19	120	2,28	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (1)	16	240	0,000	50,61	18	120	2,16	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (2)	16	240	806,400	84	6	120	0,72	0,000	0,000
Hospital	16	240	164,256	17,11	4	120	0,48	0,000	0,000
Sala control CC.MM	32	240	2139,571	83,577	3	235	0,705	0,000	0,000
Cocina	16	240	263,318	18,286	2	235	0,47	0,000	0,000
Puente navegación	16	240	2009,074	139,519	3,5	120	0,42	0,000	0,000
								<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

	COSTADO								
	Aporte debido al sol				Calor aportado por las personas			Calor aportado por iluminación	
ZONAS	ΔTr	Gs	Φ (W)	Φ (Kw)	Nº personas	Emisión (W)	Φ (KW)	Φ (W)	Φ (Kw)
Camarotes centrales	12	350	2662,508	165,51	22	120	2,64	0	0
Camarotes extremo proa	12	350	794,995	110,416	13	120	1,56	0,000	0,000
Salones/Comedor	12	240	2418,744	69,27	19	120	2,28	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (1)	12	240	612,954	52,755	18	120	2,16	0,000	0,000
Oficinas/Sala reuniones (2)	12	240	527,796	36,87	6	120	0,72	0,000	0,000
Hospital	12	240	140,292	12,99	4	120	0,48	0,000	0,000
Sala control CC.MM	12	240	639,360	66,6	3	235	0,705	0,000	0,000
Cocina	12	240	189,702	17,565	2	235	0,47	0,000	0,000
Puente navegación	12	240	3265,430	9,792	3,5	120	0,42	0,000	0,000
								0,000	0,000

	TECHO								
	Aporte debido al sol				Calor aportado por las personas		Calor aportado por iluminación		
ZONAS	ΔTr	Gs	Φ (W)	Φ (Kw)	Nº personas	Emisión (W)	Φ (KW)	Φ (W)	Φ (Kw)
Camarotes centrales	16	350	2032,934	141,176	22	120	2,64	1228,2312	1,2282312
Camarotes extremo proa	16	350	2552,558	177,261	13	120	1,56	1542,171	1,542
Salones/Comedor	16	240	928,656	96,735	19	120	2,28	1064,085	1,064
Oficinas/Sala reuniones (1)	16	240	0,000	50,61	18	120	2,16	440,307	0,440
Oficinas/Sala reuniones (2)	16	240	806,400	84	6	120	0,72	730,800	0,731
Hospital	16	240	164,256	17,11	4	120	0,48	148,857	0,149
Sala control CC.MM	32	240	2139,571	83,577	3	235	0,705	727,120	0,727
Cocina	16	240	263,318	18,286	2	235	0,47	159,088	0,159
Puente navegación	16	240	1339,382	139,519	3,5	120	0,42	1213,815	1,214
								7254,474	7,254

# **Anexo III:**

## Equipos de carga y descarga





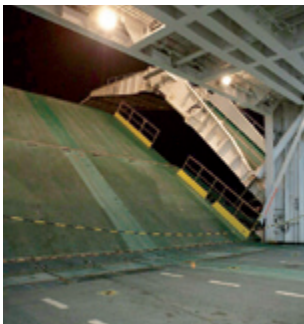
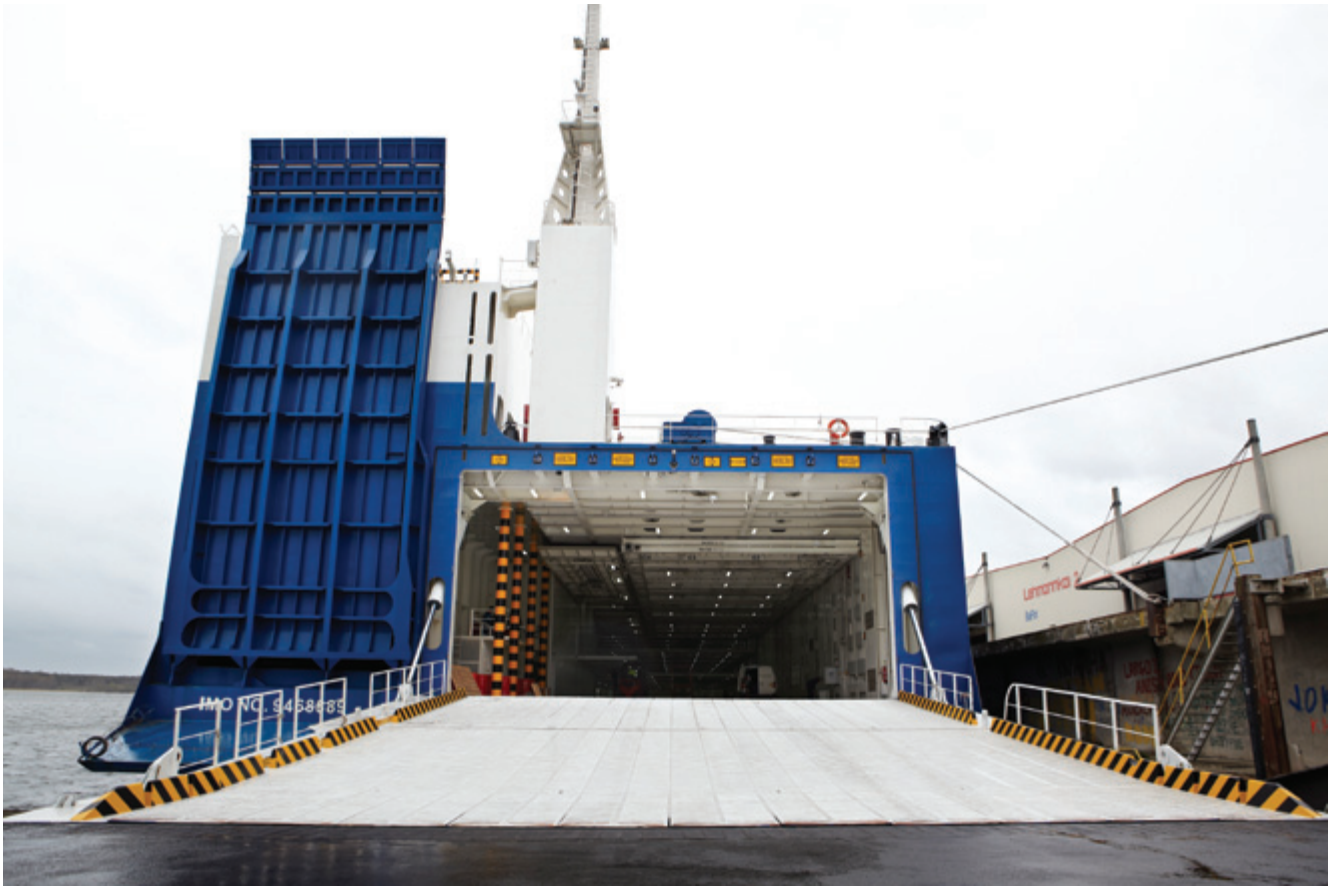
## External ramps

Cargo access to RoRo vessels can be achieved via a variety of external ramps. TTS offers a wide range of ramps, also acting as doors, forming a watertight closure in stowed position. All ramps are tailor-made to fit the desired operational profile of the ship and to facilitate cargo handling with smooth transitions for vehicles.





## Stern ramp/doors



External access to RoRo decks is usually via a combined stern ramp/door, where the ramp acts as a weathertight door in its closed position. The different ramps are designed to match the dimensions of each vessel as well as the range of quay heights served, thus ensuring optimum operational efficiency. The ramp/door can also be designed to act as a combined ramp/vertical sliding door where required.





## Quarter ramps

The wire-operated stern quarter ramp allows a vessel to berth alongside a quay without the need for dedicated shore facilities. In the ConRo vessel configuration, containers can be handled by shore cranes while RoRo operations are simultaneously taking place over the quarter ramp. In PCTCs the advantage is that of allowing motor vehicles to be loaded/offloaded at any port and not only at specific terminals, offering improved distribution capabilities.



The operation winches, whether hydraulic or electric, may be set to self-tension mode in which they maintain tension in the wires automatically, thus controlling the pressure of the ramp on the quay.



## Slewing ramps



The wire-operated slewing ramp is designed to allow the vessel to berth aft or alongside a quay without the need for dedicated shore facilities. The slewing can be of one- or two-side, starboard, mid and port.

## Side ramps



Vehicle ramps in the side shell are attractive to many operators of RoRo tonnage, including those specialising in export of cars and trucks, or unitised cargoes –

particularly on routes where ports do not always provide dedicated RoRo berths.

These ramps are fabricated to suit all vessel types and sizes.



RoRo

# Ramp covers

## Planning the ramp cover

Our aim is to design a MacGregor ramp cover which is efficient, economic and safe, while fully meeting the specific operating requirements.

The more information that can be given on these prerequisites, the greater the chance to find the optimum solution. Under the following headings information requirements can found before commencing the project.

If these answers are available at the earliest stage possible, work will be saved during the later stages, gaining valuable time by shortening the lead time between initial contact and delivery.

## Ramp cover length

In order to establish the length of the ramp cover, we require drawings of the fixed ramp below the cover, showing gradient and radius or knuckle angles at both upper and lower ends, as well as height between the two decks and clear height. Please indicate the total vehicle height, height and ground clearances, wheel-base and overhang at front and rear.

## Ramp cover width

In addition to the drawings of the fixed ramp we need to know the clear width



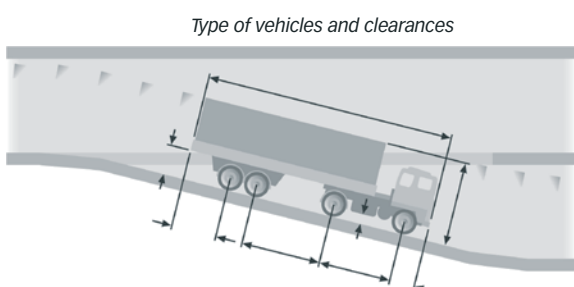
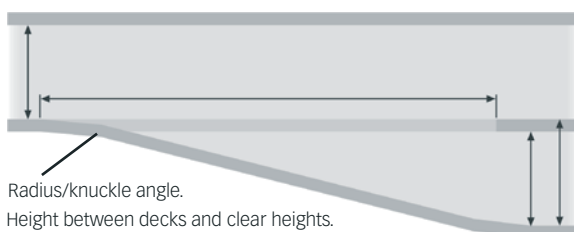
of the lane. Typical clear width values: 3,5 m for single and 7,0–9,0 m for dual lane trailer traffic and 2,8 m for single-car-lane.

## Loadings

In order to dimension the steel structure with the required strength and minimum weight we need to know the following: what kind of vehicles will be driven

over the ramp cover? What are the axle loadings and wheel print area? How many axles are there and how far apart are they? What is the maximum deck load to be supported on the ramp cover when it is in the closed position?

How much water pressure must the ramp cover withstand from below?



*Side-hinged ramp cover in two sections*







*Side-hinged ramp cover with foldable handrails*

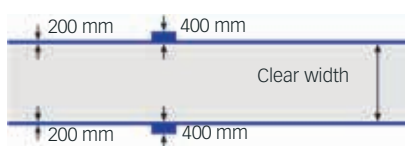


*End-hinged ramp cover*

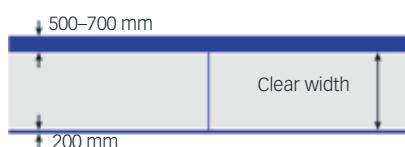
### Interface between ramp cover and ship

When you design the hull in the area of the ramp cover, adequate space must be reserved for the ramp cover and its associated equipment.

In most cases the ramp cover requires a longitudinal space equal to eight times the height between the decks. The required lateral space consists of the clear driveway plus approximately 400 mm at each side of an end-hinged ramp cover operated by direct hydraulic cylinders. A side-hinged ramp cover needs a space of 200 mm at the support side and 500-700 mm at the manoeuvring side, depending on size.



*End-hinged cover. Reserve space for ancillary ramp cover equipment.*



*Side-hinged cover. Reserve space for ancillary ramp cover equipment.*

### Hydraulic capacity

The determining factors in dimensioning the capacity of the hydraulic system are the size of the ramp cover, number

of sections, and the required speed of opening and closing.

A typical time for opening or closing a 20 m side-hinged section is about 0,5 minute, excluding opening and closing of the securing devices.

The corresponding time for a 40 m end-hinged ramp cover is about 3 minutes. The shorter the time, the more costly the required hydraulics.

An indication should be given of the maximum and minimum ambient temperatures in which the hydraulic system is to operate.

### Regulatory bodies

Please specify which demands are to met by the equipment. In order words, which classification societies, national authorities and other regulations (e.g. IMO) are to be satisfied.

The MacGregor ramp cover is always classified as part of the deck of the ship.

### Options

On the right we show the equipment or accessories which require your decision, also optional equipment which may be added to the ramp cover.

These should be studied point by point when making an initial evaluation, based upon the particular operating conditions.

### Ramp cover arrangement options

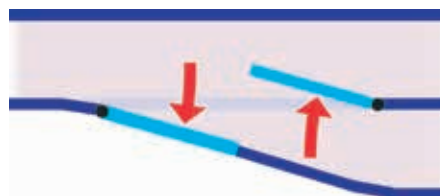
The side-hinged ramp cover is the best choice when the available height between the decks exceeds the width of the ramp cover. It is a simple solution offering faster operation and demanding

lower capacity of the hydraulic system compared with the end-hinged version.

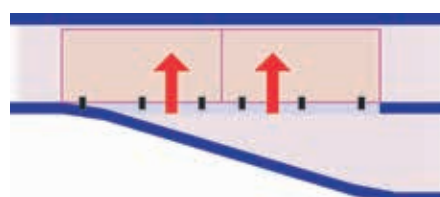
The end-hinged ramp cover is the natural choice when the height is not sufficient, or when there is a lack of space due to longitudinal bulkheads alongside the ramp cover. There are two versions available — in one or two sections.



*One section end-hinged ramp cover*



*Two section end-hinged ramp cover*



*Side-hinged ramp cover in two sections*

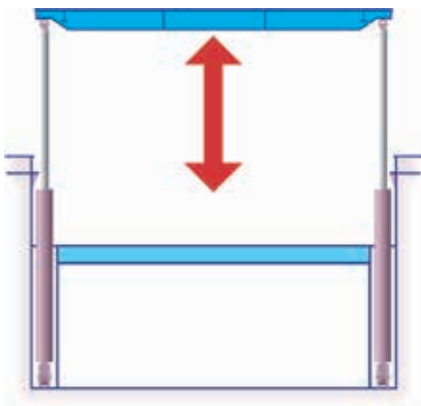
## Control options

Two different systems are available — manual, where each step in the operation is controlled by hand-operated hydraulic valves; and automated, whereby pressing and holding a single button will initiate and complete the whole opening or closing sequence.

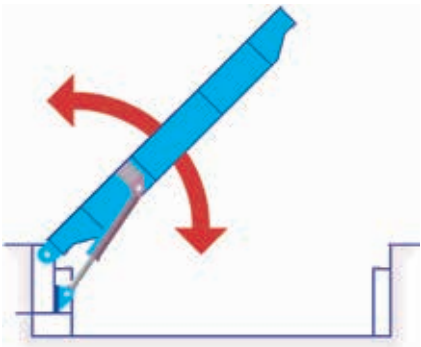
The greater the degree of automation, the easier and faster the operation.

An automated system will be particularly cost effective on shorter runs where there is a need for faster loading and unloading.

- Manual control system
- Automated control system



*End-hinged ramp cover operated by direct hydraulic cylinders*



*Side-hinged ramp cover operated by direct hydraulic cylinders*

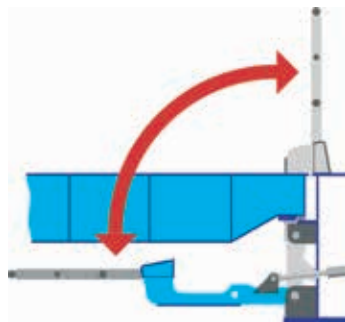
## Operating options

In the side-hinged version hydraulic cylinders acting directly on the ramp cover for the operation. Provided that there is sufficient space, this is the most cost effective and reliable solution also for the end-hinged version. (Otherwise, the ramp cover may be operated by wire ropes, anchored in the ramp cover, by a hydraulic jigger-winch mounted at the deck head or in a recess in the

longitudinal bulkhead). To accommodate transverse forces during operation, the ramp cover is guided by guides attached to the bulkhead, or guide bars attached to the ramp cover. The latter solution is used on open decks without bulkheads.

## Handrail options

The handrails are always fitted in the hull. Normally the shipbuilder provides fixed or portable stanchions. If you prefer to avoid the manual work, in order to handle the stanchions, or any disturbance during loading and unloading, we can offer you automatically foldable handrails.



*Automatically foldable handrails*

## Sealing options

There are three alternatives — no sealing, watertight sealing or gastight sealing. On request, the sealings can also be combined with fire protection. The seal will then be of fire-retardant material.

## The MacGregor standard for ramp covers

Over the years MacGregor has designed and manufactured a great variety of ramp covers for different types of ships.

We therefore promise that your ramp cover will meet your needs in terms of quality, efficiency, security and overall economy. Yet it will be standardised in all major functions.

In other words, you will be supplied with well-proven equipment which is easy to repair in the event of an accident and easy to maintain for long-term trouble-free operation. We believe in high quality in every respect.

## Steel structure quality

The ramp cover is designed as a flat top plate with an open web construction or partly boxed. High tensile steel is used throughout the ramp cover standard.



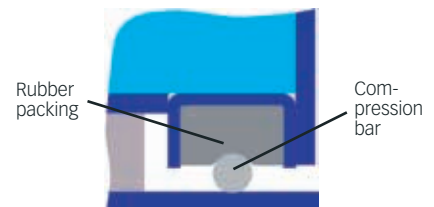
*Open web construction*

## Quality of fittings

Shafts and pins exposed to the weather are of stainless steel. Cylinders are fitted with spherical plain bearings.

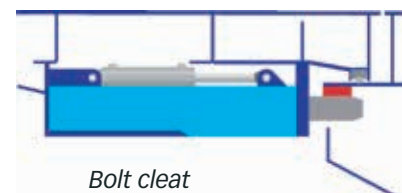
## Sealing and securing quality

The MacGregor team has developed an efficient and watertight seal.



A rubber packing is placed in and around the perimeter of the opening of the hull. When closing the ramp cover the rubber is pressed against compression bars made of stainless steel.

These have a very smooth surface to guard against any penetration of water. The ramp cover is secured in the closed watertight position by hydraulically operated bolt cleats at each side of the ramp cover. They are well-proven MacGregor innovations which can be relied upon.



*Bolt cleat*

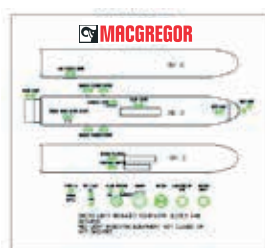




### Safety quality

Being the market leader, MacGregor's ship experts are invited by national authorities and classification societies to use its expertise and experience, gained from numerous installations, to help develop and evaluate new rules and regulations.

Your ramp cover will incorporate a number of items of safety equipment regulated by classification societies and authorities. When the ramp cover is closed and cleated, the true status is confirmed by the indicator lamps both at the operating panel and the bridge panel.



*Bridge panel*

Custom designed load control valves are normally fitted directly on the cylinders. This will prevent the ramp cover from falling down in the event of hydraulic or electrical failure. Only high quality components of marine design from approved suppliers are used in MacGregor equipment.



*Side-hinged ramp cover*



Lloyd's Register Quality Assurance certifies that the Quality Management System for MacGregor is ISO 9001:2008 compliant.

**MacGregor** is the world's leading brand of engineering solutions and services for handling marine cargoes and offshore loads. MacGregor products serve the maritime transportation, offshore and naval logistics markets, in ports and terminals as well as on board ships. Our cargo flow solutions integrate cargo access, stowage, care and handling functions to suit a particular ship's cargo profile. This benefits its productivity, environmental impact and profitable service lifetime.

**MacGregor** is part of Cargotec. Cargotec's class B shared are quoted on NASDAQ OMX Helsinki.

**Published by MacGregor.** Copyright © MacGregor January 2014. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, photocopied, recorded or transmitted without permission of the copyright owner.



**MacGregor Sweden AB**  
**RoRo**

P.O. Box 4113,  
SE-400 40 Gothenburg  
Sweden

Tel. +46 31 85 07 00

[rorosales@macgregor.com](mailto:rorosales@macgregor.com)

[roroconversion@macgregor.com](mailto:roroconversion@macgregor.com)

[www.macgregor.com](http://www.macgregor.com)

RoRo

# Side, stern and front doors

## Planning the side, stern or front door

Our aim is to design a MacGregor door which is efficient, economic and safe, while fully meeting the specific operating requirements.

The more information that can be given on these prerequisites, the greater the chance to find the optimum solution.

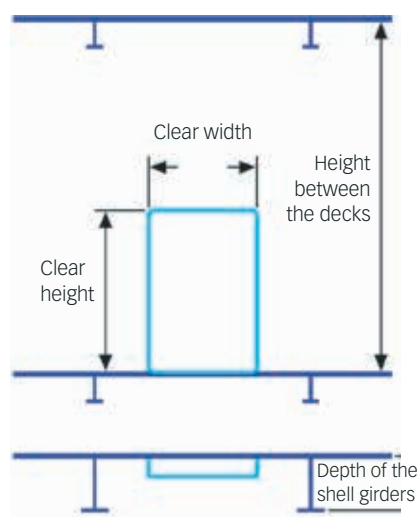
Under the following headings information requirements can be found before commencing the project. If these answers are available at the earliest stage possible, work will be saved during the later stages, gaining valuable time by shortening the lead time between initial contact and delivery.

### Door type and size

In order to establish the type and size of the door we require information about the purpose of the door and drawings of the ship. Has the ship double hull, a side casing or open web construction? Is the door located in a straight or curved area of the shell?

Are there transverse bulkheads, stairways or other items intruding in the door opening area? Three measurements are vital for the planning:

- the height between the decks
- the depth of the shell girders
- the door clear opening



### Loadings

In order to dimension the steel structure we need to know the following:

- the ship's area of operation (shortsea, deepsea etc)
- the vessel speed
- where the door is located (in the front bulkhead, stern, side shell or close to the bow)
- the height above waterline

The steel structure of the door will be designed with equal strength to that of the surrounding plating.

### Interface between door and ship

When you design the hull in the area of the door, adequate space must be reserved for the door and its associated equipment.

In most cases the door requires a space of about 150 mm around the perimeter for the rubber packing.

In addition space is needed for both stowing and operation of the door.

The space requirement varies with the different door options indicated in the illustrations on next page. If you need further assistance during the design, please do not hesitate to contact us.

#### The normal clear opening for the most common door purposes (width x height)

- Doors for bunker stations, 800 x 1 600 mm
- Doors for pilot access, 1 500 x 2 200 mm
- Doors for passenger access, 1 500 to 2 000 x 2 200 mm
- Doors for vehicle access in the side shell, 5 000 x 4 500 mm. These doors can also be equipped to function as combined doors and ramps
- Doors for vehicle access in the deckhouse front, 5 000 to 10 000 x 4 500 mm
- Doors for side loading equipment, 5 000 to 10 000 x 10 000 to 15 000 mm
- Doors for stern access, 5 000 to 25 000 x 4 500 to 6 500 mm



*Top-hinged side shell door*





Side-hinged door



Side door



Front door and bulwark visor

### Hydraulic capacity

The determining factors in dimensioning the capacity of the hydraulic system are the size of the door, number of sections and the required speed of opening and closing. A typical time for opening or closing a 5 x 5 m door is about a minute, excluding opening and closing of the securing devices. The corresponding time for a pilot door is about 30 seconds. The shorter the time, the more costly the required hydraulics. An indication should be given of the maximum and minimum ambient temperatures in which the hydraulic system is to operate.

### Mini Power Pack

To install a mini power pack near a small door instead of connecting the door to a central power pack has some advantages:

- Less hydraulic piping in the ship
- Less piping in sensitive accommodation areas
- Less electric power consumption if the door need to be opened at sea (e.g. pilot door).

The mini power pack is complete, consisting of a tank, electric driven hydraulic pump, operating valves, and a hand pump for emergency operation.

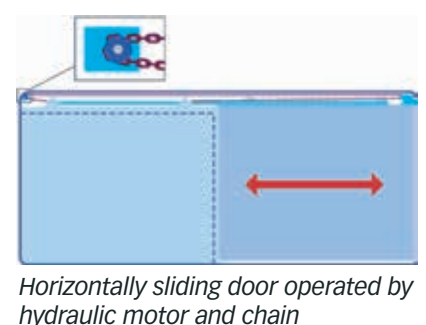
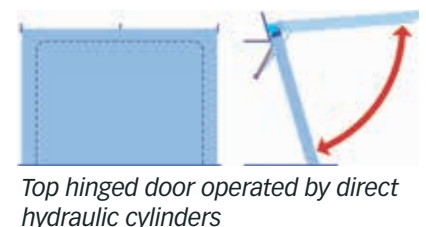
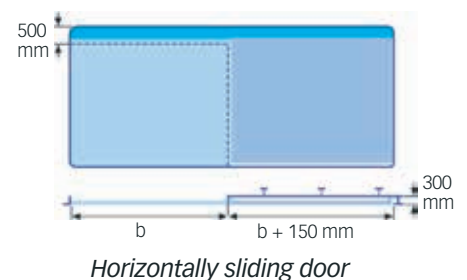
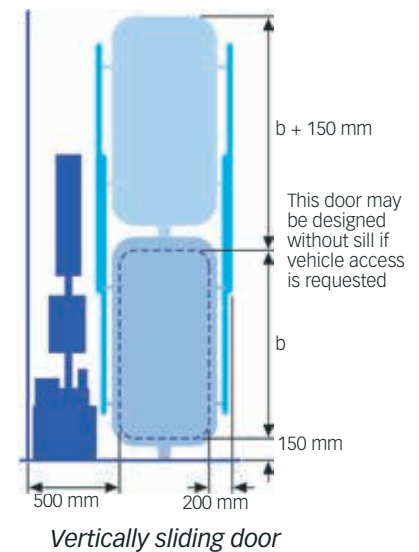
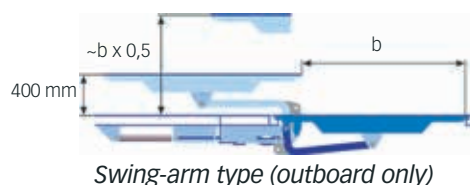
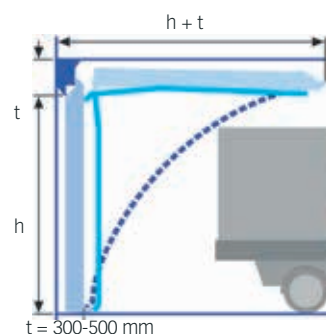
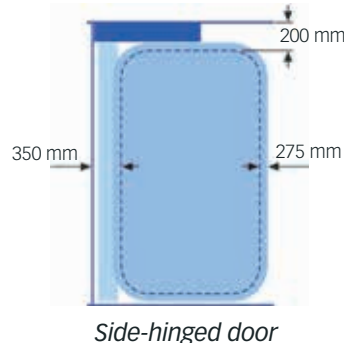
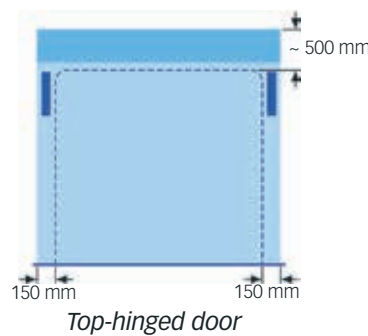
### Regulatory bodies

Please specify which demands are to be met by the equipment. In other words, which classification societies, national authorities and other regulations (e.g. IMO) are to be satisfied. The door is always classified as part of the side shell or deckhouse front of the ship.

### Options

On the right page, we show the equipment or accessories which require your decision, also optional equipment which may be added to the door. These should

Reserve space for associated door equipment.  
Several of the doors can be electrically operated.







*Horizontal sliding stern door.*



*Rampway door*



*Front door (view from inside ship).*

be studied point by point when making an initial evaluation, based upon the particular operating conditions.

### **MacGregor door opening options**

You can choose between outboard or inboard opening direction for all types of doors, except for the swing-arm type, which is opened only in the outboard direction.

The pilot access door must be opened inboard. This is required by the International Pilot Association to ensure safe pilot embarkation.

The passenger access door is also usually opened inboard, otherwise it would encroach in the passenger gangway area onshore.

Doors larger than 12m<sup>2</sup>, e.g. access doors for trailers, are normally opened outboard because it is regarded as a safer solution by the classification societies.

If you still request inboard opening, the door must be reinforced by extra

strong back beams, or similar devices, to avoid the pressure from the sea being transmitted to the cleating system.

### **Operating options**

The operating options vary with every type of door according to the list.

- direct-acting hydraulic cylinders
- wires operated by jigger-winch
- hydraulic motor and chain
- hydraulic motor with rack and pinion drive
- electric drive operation

For hinged and swingarm-type doors, hydraulic cylinders acting directly on the door work most effectively. When operating horizontal sliding doors, the optimum solution is a hydraulically-operated motor and chain system. An effective alternative is a hydraulically-driven rack and pinion drive configuration. Vertical sliding doors are

best operated by wire ropes anchored in the door with a hydraulic jigger-winch mounted at the deck-head beside the door.

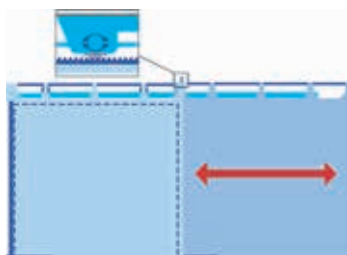
All of the above hydraulic operating options can be exchanged for electrically-driven solutions.

### **Control options**

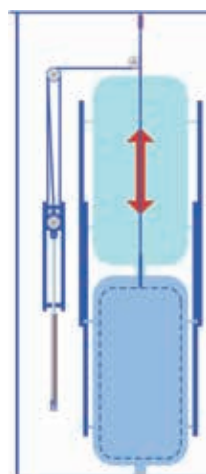
Two different systems are available; manual, where each step in the operation is controlled by hand operated hydraulic valves, or automated (whereby the touch of a single button will initiate and complete the whole opening or closing sequence).

The greater the degree of automation of the system, the easier and faster the operation.

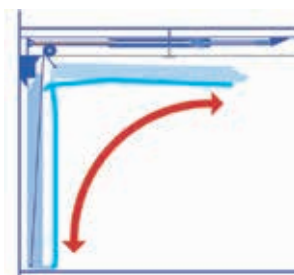
An automated system will be particularly cost effective on shorter runs where there is a need for fast loading and unloading.



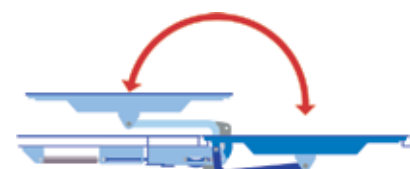
*Horizontally sliding door operated by hydraulic motor with rack and pinion drive*



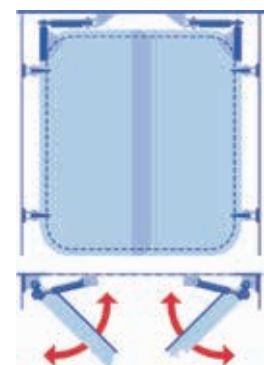
*Vertically sliding door operated by jigger-winch and wire ropes*



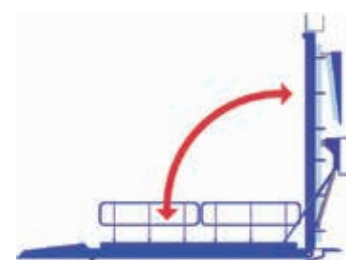
*Inboard vertically sliding door with horizontal stowage operated by jigger-winch and wire ropes*



*Swing-arm type door operated by direct hydraulic cylinders*



*Side-hinged door operated by direct hydraulic cylinders*



*Combined side door/ramp*

## Ramp option

The shell door can be equipped to function as a combined side door/ramp.

This solution is normally used in combination with shore ramps that are adjustable in height, or for vessels that will sail in waters with a minimum of tide. It is important that the threshold of the combined door/ramp is always above the quay level.

Further information is available in the datasheet *Straight stern ramps*.

## The MacGregor standard for side, stern and front doors

Over the years MacGregor has designed and manufactured a great variety of side, stern and front doors for different types of ships. We therefore promise that your door will meet your needs in terms of quality, efficiency, security and overall economy. Yet it will be standardised in all major functions.

In other words, you will be supplied with well-proven equipment which is easy to repair in the event of an accident and easy to maintain for long-term trouble-free operation. We believe in high quality in every respect.

## Steel structure quality

The door is designed as a flat top plate with an open web construction. High tensile steel is used throughout the door as standard.



Open web construction

## Quality of fittings

Shafts and pins exposed to the weather are of stainless steel. Cylinders are fitted with spherical bearings.

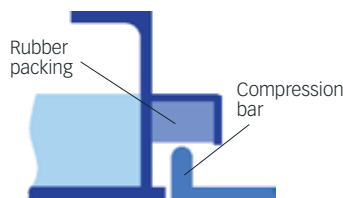
## Sealing and securing quality

The team of MacGregor engineers have developed an efficient and secure watertight seal. The result is a simple but high-performance design. A rubber packing is placed in and around the perimeter of the opening of the hull.

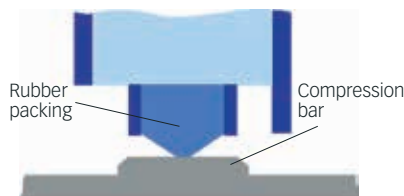
The rubber packing is pressed against compression bars made of stainless steel. These have a very smooth surface to protect against any ingress of water.

The door is secured in the closed watertight position by hydraulically operated bolts cleats, finger cleats and cleat mechanism. They are well-proven MacGregor innovations which can be relied upon.

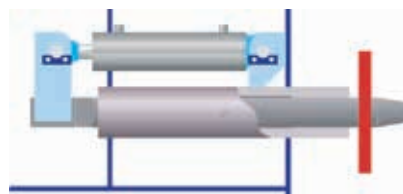
There are two types of seal design as standard. When the door must be without sill, mostly for vehicle access, a sliding packing design will be utilised, which also allows relatively large racking deflection of the opening. In all other cases the conventional design is used.



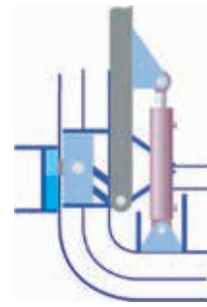
Conventional seal design



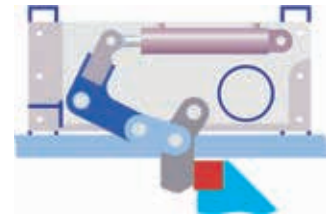
Sliding seal design



Bolt cleat for top-hinged doors



Finger cleat for side-hinged and swing-arm doors



Cleat mechanism for sliding doors

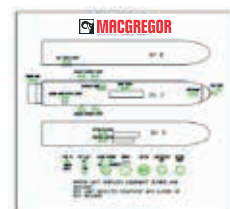
## Safety quality

Being the market leader, MacGregor's ship experts are invited by national authorities and classification societies to use its expertise and experience, gained from numerous installations, to help develop and evaluate new rules and regulations.

Your door will incorporate a number of items of safety equipment regulated by classification societies and authorities. When the door is closed and cleated, the true status is confirmed by the indicator lamps both at the operating panel and the bridge panel.

In the case of hydraulic operation, custom designed load control valves are normally fitted directly on the cylinders. This will prevent the door from uncontrolled movements in the event of hydraulic or electrical failure.

Only high quality components, from approved suppliers, for marine environment are used in MacGregor equipment.



Bridge panel



MacGregor Sweden AB  
RoRo

P.O. Box 4113,  
SE-400 40 Gothenburg  
Sweden

Tel. +46 31 85 07 00

rorosales@macgregor.com

roroconversion@macgregor.com

[www.macgregor.com](http://www.macgregor.com)



Lloyd's Register Quality Assurance certifies that the Quality Management System for MacGregor is ISO 9001:2008 compliant.

MacGregor is the world's leading brand of engineering solutions and services for handling marine cargoes and offshore loads. MacGregor products serve the maritime transportation, offshore and naval logistics markets, in ports and terminals as well as on board ships. Our cargo flow solutions integrate cargo access, stowage, care and handling functions to suit a particular ship's cargo profile. This benefits its productivity, environmental impact and profitable service lifetime.

MacGregor is part of Cargotec. Cargotec's class B shares are quoted on NASDAQ OMX Helsinki.

Published by MacGregor. Copyright © MacGregor January 2014. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, photocopied, recorded or transmitted without permission of the copyright owner.

# KONE compact marine elevator solutions

## KONE MonoSpace®

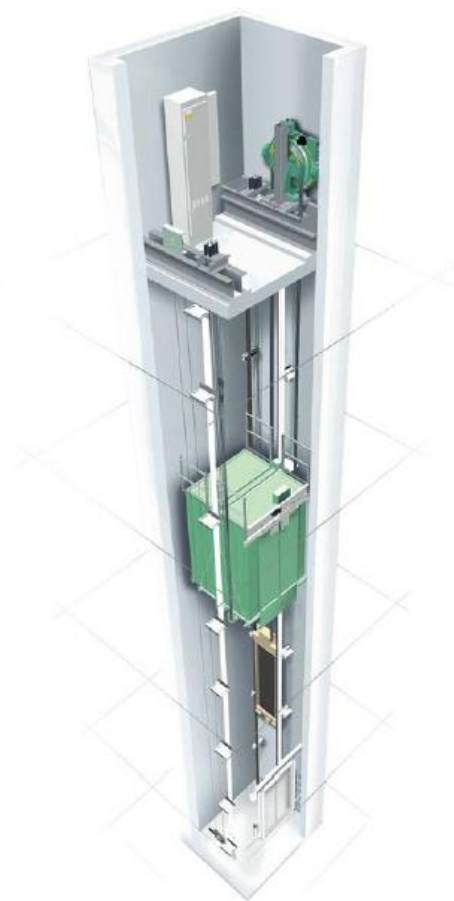
**Revolutionary machine-room-less elevator concept**  
The KONE MonoSpace requires only a single space – the trunk. This eliminates the need for a machine room, giving naval architects greater flexibility in design and saving on construction costs and weight. The lack of a machine room means the elevator can serve also the topmost ship deck. Powered by the KONE EcoDisc® hoisting machine, the KONE MonoSpace provides energy-efficient vertical transport in a compact space.



Machine-room-less elevator	
Rated load (kg)	400 - 1000
Persons	5 - 13
Maximum stops	16
Travel height (m)	40

## KONE MiniSpace™

**Gearless hoisting machinery in a compact machine room**  
In the KONE MiniSpace concept, the machine room is simply an extension of the elevator trunk and it only requires a small additional space for the control panel - this makes it easy and cost-efficient to construct. The compact machine room is located above the elevator trunk. Due to the reduced size of the KONE EcoDisc hoisting machine there is plenty of space in the machine room.



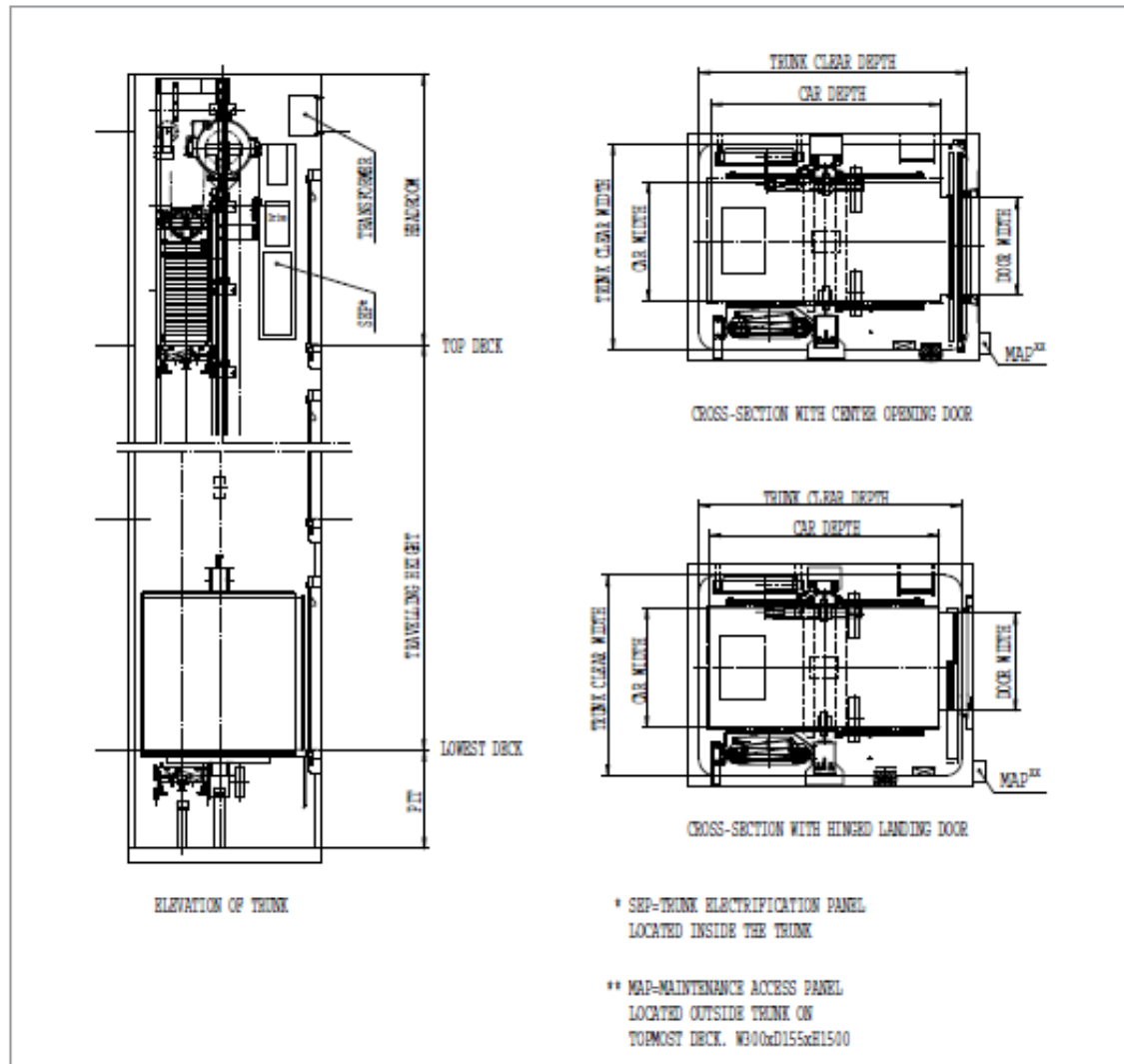
Machine room elevator	
Rated load (kg)	400 - 1000
Persons	5 - 13
Maximum stops	16
Travel height (m)	40

Main elevator specification				
Rated load (kg)	400	525	750	1000
Persons	5	7	10	13
Motor	KONE EcoDisc® MX10 hoisting machine			
Speed	1.0 m/s (60 m/min)			
Control system	KONE LCE™ microprocessor control with KDL 16R Drive (V3F Inverter drive)			
Signalization	Car operating panel and landing call panel with single Indicator display			
Landing door	2-leaf automatic center-opening or 1-leaf manual side-opening hinged door (door fire class: class C or AO, A15, A60)			
Car door	2-leaf automatic center-opening or telescopic side-opening			
Regulations	Elevators built in accordance with all major classification societies EN81-1, ISO 8383			



## Standard dimensions

### KONE MonoSpace®



KONE MonoSpace®							
Weight (kg)	Door type	Car size (mm) W x D x H	Trunk clearance (mm) W x D	Door (mm) W x H	Speed m/s	Pit (mm)	HR (mm)
400	Center opening	900x1300x2100	1750x1950	800x2000	1.0	1365	3750
400	Hinged	900x1300x2100	1600x1900	800x2000	1.0	1365	3750
525	Center opening	1100x1300x2100	1900x1950	800x2000	1.0	1365	3750
525	Hinged	1100x1300x2100	1800x1900	800x2000	1.0	1365	3750
750	Center opening	1100x1600x2100	1950x2000	900x2000	1.0	1365	3750
750	Hinged	1050x1650x2100	1800x1975	900x2000	1.0	1365	3750
1000	Center opening	1100x2100x2100	1900x2450	900x2000	1.0	1365	3750
1000	Hinged	1100x2100x2100	1850x2400	900x2000	1.0	1365	3750

## **Anexo IV:**

Consumos de vapor

1. Consumos de vapor de tanques

TANQUES	Cantidad	QT (Kcal/h)	QR (Kcal/h)	Q(Kcal/h)	q (Kg/h)	q unitario (Kg/h)
T.Aceite sucio (42,672 m3) Er.	1	294.436,80	10.826,14	305.262,94	618,57	618,57
Tanque Lodos (22,665 m^3)	1	91.793,25	56.529,25	148.322,50	300,55	300,55
T.Aceite sucio MM.AA (20,259 m3) Br.	1	82.048,95	46.192,38	128.241,33	259,86	259,86



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2017/2018**

---

## Ro-ro 2800 ml Proyecto N°17-26

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno nº13:**

**PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD  
ECONÓMICA**

**ALUMNA**

Noelia López Puente nueva

**TUTOR**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

Enero 2018





## Cdno.13 Presupuesto y viabilidad económica

---

### RESUMEN

Se presupuesta los materiales y mano de obra del buque siguiendo formulaciones empíricas y valores del mercado actual, desglosando los costes de construcción en partidas. Con objeto de analizar la rentabilidad del proyecto o de decidir si aceptar o rechazarlo, se plantea un escenario con condiciones de financiación y de la explotación del buque.

Pesupostanse os materiais e man de obra do buque seguindo formulacións empíricas e valores do mercado actual, desglosando os custos de construción en partidas. Co obxecto de analizar a rentabilidade do proxecto ou de decidir se aceptar ou rexeitarlo, plantexase un escenario con condicións de financiamento e da explotación do buque.

Ship materials and manpower were budgeted following empirical formulations and current market values, breaking down the construction costs in game. In order to analyze the profitability of the project or to decide whether to accept or reject it, there is a scenario with financing conditions and the exploitation of the ship.





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEANICA**

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-26**

**TIPO DE BUQUE:** Ro-ro 2800 ml

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Capacidad de carga: 180 módulos de 14,3 m y 50 turismos en cubierta fija.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 25 nudos al 85% MCR y 15% de Margen de Mar y autonomía de 8500 millas. LNG para 2000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** rampa de proa, rampa fija, rampa articulada, cubierta elevable entre cubierta principal y la superior.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores duales.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes + 12 conductores.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Excelente maniobrabilidad. Tanques de LNG tipo C

Ferrol, Octubre 2.016

ALUMNO: D<sup>a</sup> Noelia López Puentenueva.

Fernando Junco Ocampo



## INDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Coste del casco .....</b>	<b>2</b>
2.1 Coste de equipos y materiales .....	2
<b>Coste Equipos y materiales .....</b>	<b>2</b>
<b>Horas estimadas .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Coste de equipos y maquinaria .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Coste de equipo, armamento e instalaciones.....</b>	<b>3</b>
3.1.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque.....	3
3.1.1.2 Cadenas, cables y estachas.....	4
3.1.2 Medios de salvamento .....	4
3.1.2.1 Botes salvavidas.....	4
3.1.2.2 Balsa salvavidas .....	4
3.1.2.3 Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas .....	5
3.1.2.4 Varios (aros, chalecos, señales).....	5
3.1.3 Habitación de alojamientos .....	5
3.1.4 Equipos de fonda y hotel .....	5
3.1.4.1 Cocina y oficios .....	5
3.1.4.2 Gambuzas frigoríficas .....	6
3.1.5 Calefacción y aire acondicionado .....	6
3.1.6 Equipos de navegación y comunicaciones .....	6
3.1.7 Medios CI convencionales .....	7
3.1.8 Equipos convencionales de carga.....	7
3.1.9 Instalación eléctrica .....	8
3.1.10 Tuberías .....	8
3.1.11 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones .....	8
<b>3.2 Coste de maquinaria auxiliar y cubierta .....</b>	<b>10</b>
3.2.1 Equipo de gobierno .....	10
3.2.2 Equipo de fondeo y amarre .....	10
<b>3.3 Coste de instalación propulsora.....</b>	<b>11</b>
3.3.1 Máquinas propulsoras .....	11
3.3.2 Líneas de ejes.....	11

3.3.2 Hélices propulsoras .....	12
<b>3.4 Coste de maquinaria auxiliar de la propulsión .....</b>	<b>13</b>
3.4.1 Grupos electrógenos .....	13
3.4.2 Equipo de refrigeración y lubricación.....	14
3.4.3 Equipos generadores de vapor.....	14
3.4.4 Equipos de arranque de motores.....	14
3.4.5 Equipos de manejo de combustible .....	15
3.4.6 Equipos de purificación .....	15
3.4.7 Equipos auxiliares de casco .....	16
3.4.8 Equipos sanitarios.....	17
3.4.9 Varios .....	18
<b>3.5 Instalaciones especiales .....</b>	<b>19</b>
3.5.1 Equipos para el servicio de la carga.....	19
3.5.2 Instalaciones y equipos de Automatización .....	19
3.5.3 Equipos de Estabilización y auxiliares de maniobra .....	19
3.5.4 Instalaciones y equipos contra incendios.....	20
3.5.5 Instalaciones y Equipos especiales de Seguridad .....	21
<b>4. Resumen de costes.....</b>	<b>21</b>
4.1 Desglose de costes de materiales .....	21
4.2 Desglose de coste de mano de obra.....	27
<b>4. Gastos varios del astillero .....</b>	<b>30</b>
<b>5. Coste de adquisición .....</b>	<b>30</b>
5.1 Gastos del Armador (GA).....	30
<b>6. Distribución de GGF .....</b>	<b>31</b>
<b>7. Estudio de viabilidad.....</b>	<b>33</b>
7.1 Esquema de financiación .....	42
7.2 Resultados .....	43

## ANEXO 1

<b>1. Datos.....</b>	<b>46</b>
----------------------	-----------

## 1. Introducción

En este cuaderno se desglosan las partidas del coste de construcción del buque en base a estimaciones de precios actuales medio de 28 €/h, formulaciones empíricas y se estudia la rentabilidad de la inversión.

Se estudian los costes de equipos, mano de obra y otros para las citadas dimensiones.

**Tabla 1: Características principales**

Dimensión	
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	179,7 m
Manga (B)	25,2 m
Puntal a la cubierta superior (Du)	18,5 m
Calado (T)	6,2 m
CB	0,649
CM	0,982
CP	0,661
Desplazamiento	18677 t
Velocidad	25 nudos

El estudio económico de materiales y equipos se desglosa en las siguientes partidas:

- Casco
- Equipo, armamento e instalaciones
- Maquinaria auxiliar de cubierta
- Instalación propulsora
- Maquinaria auxiliar de propulsión
- Instalaciones especiales



## 2. Coste del casco

En la partida de planchas y perfiles se define el coste estimando la parte proporcional de perfiles y chapas. Considerando el 65 % del peso en chapas de 500€/ton y el 35% en perfiles de 580€/ton. Esto se multiplica por un factor de 1,15 que considera los sobrantes de acero en la Construcción.

Se incluyen los polines en el peso del acero.

La Mano de obra de elaboración, prefabricado y montaje de chapas y perfiles se estima con la expresión:

$$H_c = K_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + k_f(1 - cf)) \cdot (1 + k_b) \cdot (1 + k_c \cdot C_c) \cdot (1 + k_c(N_c - 1))$$

$$K_{ba} = 60 \text{ h/ton. neta}$$

$$P_{ac} = 8624 \text{ t.}$$

$$k_f = 0,3; \text{ índice de coeficiente de forma}$$

$$cf = 0,649; \text{ coeficiente de forma (de bloque)}$$

$$k_b = 0,04; \text{ índice de bulbo}$$

$$C_c = 0,3; \text{ coeficiente de acero especial.}$$

$$K_c = 0,05 \text{ Coeficiente de número de cubiertas}$$

$$N_c = 2 \text{ Número de cubiertas fuera de la CC.MM}$$

### 2.1 Coste de equipos y materiales

Las expresiones utilizadas para la estimación del coste de los equipos y materiales del casco se desglosa en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Coste de equipos y materiales del casco**

<b>Coste Equipos y materiales</b>	
Chapas y perfiles	$1,15 \cdot (0,35 \cdot 580 \cdot W_{acero} + 0,65 \cdot 500 \cdot W_{acero})$
Polines	
Piezas forjadas y fundidas	$4 \cdot L \cdot H$
Timones y accesorios	$2 \cdot 40 \cdot L_{timon}^2 \cdot H_{timon}$
Materiales Auxiliares	$50 \cdot W_{acero}$
Preparación de superficies	$= SH \cdot (8 + 2 + 15)$
Pintura exterior (Obra viva) 350 µ	$0,0013 \cdot \text{€} / \mu \cdot m^2$

Pintura exterior (Obra muerta)185 μ	$0,0012 \cdot \text{€}/\mu \cdot \text{m}^2$
Pintura interior 105 μ	$0,0011 \cdot \text{€}/\mu \cdot \text{m}^2$
Pintura de tuberías	$0,18 \cdot (0,057 \cdot \text{BHP} + 0,18 \cdot L) \cdot 1,8$
Galvanizado y cementado	$0,075 \cdot (\text{Coste pintura exterior/interior})$
Protección catódica	$1,55 \cdot \text{SM}$

Las horas estimadas se han realizado con estas formulaciones.

**Tabla 3: Horas estimadas del casco**

Horas estimadas	
Acero laminado	$H_c = K_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + k_f(1 - cf)) \cdot (1 + k_b) \cdot (1 + k_c \cdot C_c) \cdot (1 + k_c(N_c - 1))$
Resto de materiales casco	$H_{MC} = 25 + 30 \cdot L^{1/3} \cdot H^2$
Timón y accesorios	$H_T = 100 \cdot 2 \cdot L_{timon} \cdot H_{timon}$
Preparación de superficies	$H_{SUP} = 0,02 \text{ h/m}^2 \cdot SH$
Pintura y control de corrosión	$H_p = 0,25 \cdot \text{SOM} + (1 + 0,3 \cdot 2) + 0,35 \cdot \text{SM} \cdot 4/4 + 0,4 \cdot SH \cdot 2$

### 3. Coste de equipos y maquinaria

Se estudian los costes siguiendo las referencias “El Proyecto Básico del Buque Mercante” y “Proyecto de Buques y Artefactos”. Se aplicarán márgenes de corrección ante desviaciones de las formulaciones empíricas recogidas en el Anexo.

En el presupuesto se desglosan las partidas relacionadas con maquinaria y equipos excluyendo el casco puesto que en este proyecto no se ha desarrollado.

#### 3.1 Coste de equipo, armamento e instalaciones

##### 3.1.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

Las horas de mano de obra de anclas y cadenas se estiman como

$$H_{anc} = 27 \cdot P_a^{0,4}$$

Siendo  $P_a$  el peso del ancla en toneladas.

##### 3.1.1.1 Anclas

Se basa en costo unitario de 2500 €/t.

### 3.1.1.2 Cadenas, cables y estachas

El costo es estimado como:

$$C_{cce} = 0,15 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_c$$

Siendo:

- 0,305; acero de alta resistencia, (Grado 2 ó K2).
- d = diámetro de la cadena (mm).
- Lc = longitud total de cadenas (m).

### 3.1.2 Medios de salvamento

Las horas se estiman como:

$$H_{anc} = 300 + 1,5 \cdot N$$

Donde N es el número de tripulantes

#### 3.1.2.1 Botes salvavidas

Se dispondrán dos botes salvavidas, cada uno en función del tipo y capacidad supone un coste de:

$$CC_{bo} = K_{bo} \cdot N_p^{2/3}$$

Siendo:

Kbo: 3000; para botes de motor cerrados.

NP: número de personas de capacidad.

#### 3.1.2.2 Balsa salvavidas

Se calcula con:

$$C_{ba} = K_{ba} \cdot N_p^{1/3}$$

Siendo:

- K<sub>ba</sub>: 1000; para balsas no arriables.
- N<sub>p</sub>: número de personas de capacidad.

### **3.1.2.3 Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas**

Cada pescante se calcula como:

$$C_{pb} = K_{pb} \cdot N_p^{2/3}$$

Siendo:

- $K_{pb}$ : 4000; para botes cerrados.
- $N_p$ : número de personas de capacidad.

Los pescantes solo se utilizan para botes salvavidas, las balsas son lanzables al agua y no necesitan pescante.

### **3.1.2.4 Varios (aros, chalecos, señales)**

El coste será:

$$C_v = 2500 + 30 N$$

Siendo:

- $N$ : número de personas a bordo.

### **3.1.3 Habitación de alojamientos**

Se estima el coste de mano de obra a 16h/m<sup>2</sup>

El coste de equipos de habitación se estima como:

$$C_h = K_h \cdot K_n$$

Siendo:

- $S_h$ : área de habitación en m<sup>2</sup>
- $K_n$ : nivel de calidad medio de 250 €/m<sup>2</sup>

### **3.1.4 Equipos de fonda y hotel**

Se estima el coste de mano de obra a 115 h/tripulante

#### **3.1.4.1 Cocina y oficios**

El coste será:

$$C_{co} = K_{co} \cdot N$$

Siendo:

- $K_{co} = 420$  para buques oceánicos en general.
- $N$ : número de personas a bordo.

#### 3.1.4.2 Gambuzas frigoríficas

El costo total puede estimarse como:

$$C = 1800 \cdot Vg^{2/3}$$

Donde  $Vg$  es el volumen neto de la gambuza.

#### 3.1.4.3 Equipos de lavandería y varias

Se estima a 240€/tripulante

#### 3.1.5 Calefacción y aire acondicionado

El coste de mano de obra se estima en 2 h/m<sup>2</sup>

Se estimará los equipos a 60€/m<sup>2</sup> de espacio de habitación.

#### 3.1.6 Equipos de navegación y comunicaciones

Las horas se estiman en función del número de equipos como:

$$H_{nc} = 120 \cdot N_{nc}^1$$

##### 3.1.6.1 Equipos de navegación

Se estima tomando el valor medio del rango de la tabla.

**Tabla 2: Rango de costes equipos de navegación**

EQUIPO	COSTE MÁXIMO	COSTE MÍNIMO	COSTE MEDIO
Compás magnético	1.200	2.700	1.950
Compás giroscópico	12.000	42.000	27.000
Piloto automático	6.000	6.000	6.000
Radar de movimiento verdadero	51.600	51.600	51.600
Radar de movimiento relativo	4.800	15.000	9.900
Radiogoniómetro	1.800	7.800	4.800
Receptor de cartas	3.900	4.800	4.350
Corredera	2.400	7.800	5.100
Sonda	2.850	4.200	3.525
Sistema de navegación por satélite	3.000	7.200	5.100
<b>TOTAL</b>		<b>119.325</b>	

### **3.1.6.2 Equipos auxiliares de navegación**

Se estima tomando el 8% del valor de la partida anterior.

### **3.1.6.3 Comunicaciones externas**

Para comunicaciones externas (incluyendo telefonía, telegrafía, sistemas de satélite) el coste variará entre 48.000 € y 120.000 €. Tomaremos el valor medio de 84.000 €.

### **3.1.6.4 Comunicaciones internas**

Para comunicaciones internas (altavoces, teléfonos autogenerados y automáticos entre otros) el coste variará entre 12.000 € y 36.000 €. Tomaremos el valor medio de 24.000 €.

### **3.1.7 Medios CI convencionales**

Se estima el coste de mano de obra a 5,5 h/m de eslora

#### **3.1.7.1 Medios CI**

Los medios contraincendios convencionales fijos de maquinaria se estiman con el valor mayor resultante de las ecuaciones:

$$A) C_{im1} = 8,4 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m$$

$$B) C_{im2} = 6 \cdot Q_b$$

Siendo:

- $L_m$ : eslora de la cámara de máquinas (m).
- $B$ : manga del buque (m).
- $D_m$ : Puntal de la cámara de máquinas (m).
- $Q_b$ : Volumen de la bodega más grande (m<sup>3</sup>).

### **3.1.8 Equipos convencionales de carga**

Las horas de ventilación de bodegas se estiman en 100 h/bodega.

#### **3.1.8.1 Ventiladores de espacios de carga seca**

El coste de los ventiladores se estima como:

$$C_{vb} = 13 \cdot (Q_b \cdot R_e \cdot N_b)^{0,5}$$

Siendo:

- $Q_{B\text{TOTAL}}$ : Volumen total de bodegas ( $m^3$ ).
- $R_e$ : 10; renovaciones por hora
- $N_b$ : 5; número de bodegas

### 3.1.9 Instalación eléctrica

Las horas se estiman en función de la superficie de habilitación  $S_h$  mediante la fórmula:

$$H_{ce} = 4 \cdot S_h + 6 \cdot Kw$$

Se calcula el coste de la instalación mediante la ecuación:

$$C_{ce} = 480 \cdot Kw^{0,77}$$

- Kw corresponde a la potencia generadora instalada.

### 3.1.10 Tuberías

Las horas se estiman con

$$H_{ce} = 11 \cdot BHP^{0,35}$$

El equipo se estima con:

$$C_t = 2705 \cdot (0,015 \cdot L_m \cdot B \cdot +0,18L) + K_t \cdot BHP + 1,5 \cdot (3 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + Q_b + 4 \cdot Sh)$$

Donde:

- $L_m$ : eslora de la cámara de máquinas (m).
- B: manga del buque (m).
- $D_m$ : puntal de la cámara de máquinas (m).
- $Q_b$ : volumen de la bodega más grande ( $m^3$ ).
- L: eslora del buque (m).
- $S_h$ : superficie de habilitación ( $m^2$ ).
- $K_t$ : 8; para motores de combustible pesado.
- BHP: potencia del motor principal (HP).

### 3.1.11 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

Las horas de instalación se estiman con la fórmula:

$$H_{eai} = 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot N_{bo} + 100 N_{pb}$$

para  $N_{bo}$  como el n° botes

#### 3.1.11.1 Puertas, ventanas y portillos

Se estima el coste para buques de carga como:

$$C_{ppv} = 2705 \cdot N^{0,48}$$

Donde:

- N: número de tripulantes

#### 3.1.11.2 Escaleras, pasamanos y candeleros

Se estima el coste como:

$$C_{esc} = 22,2 \cdot L^{1,6}$$

Donde:

- L: eslora del buque (m)

#### 3.1.11.3 Escotillas, lumbreras y registros

Se estima el coste como:

$$C_{eslr} = 12,6 \cdot L^{1,5}$$

Donde:

- L: eslora del buque (m)

#### 3.1.11.4 Accesorios de fondeo y amarre

Se estima el coste como:

$$C_{aafa} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

Donde:

- L: eslora del buque (m)
- B: manga del buque (m)
- D: puntal del buque (m)

#### 3.1.11.5 Pescantes

Se estima el coste como:

$$C_{ps} = 2100 + 8500 \cdot N_{ps}$$



Donde:

- $N_{ps}$ : nº pescantes de servicio (2)

### 3.1.11.6 Escalas de práctico

Se estima el coste como:

$$C_{ere} = 2100 + 1350 \cdot (D - 0,03L) \cdot N_{er}$$

Donde:

- $N_{er}$ : nº escalas reales

### 3.1.11.6 Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos

Se estima el coste como:

$$C_{tf} = 40 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,68}$$

## 3.2 Coste de maquinaria auxiliar y cubierta

### 3.2.1 Equipo de gobierno

Las horas de instalación se estiman con la fórmula:

$$H_{eg} = 33 \cdot L^{2/3}$$

#### 3.2.1.1 Servomotor

Se estima el coste como:

$$C_{tf} = 3700 \cdot M^{2/3}$$

Donde:

- $M$ : par servomotor expresado en t\*m

### 3.2.2 Equipo de fondeo y amarre

Las horas de instalación en función del número de molinetes y chigres de amarre se estiman con la fórmula:

$$H_{fa} = L \cdot (1,75 \cdot N_m + 1,7 \cdot N_{ma})$$

#### 3.2.2.1 Molinetes

Se estima el coste como:

$$C_{ma} = 300 \cdot d^{1/3}$$

Donde:

- d: diámetro de la cadena en mm

### 3.2.2.2 Chigre de maniobra y equipo de accionamiento

Se estima el coste como:

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{2/3}$$

Donde:

- T<sub>ma</sub>: tracción del chigre en tonelada

## 3.3 Coste de instalación propulsora

### 3.3.1 Máquinas propulsoras

Las horas de instalación en función del BHP y número de motores se estiman con la fórmula:

$$H_{mp} = 10 \cdot (BHP)^{2/3} \cdot N_{mp}$$

#### 3.3.1.1 Motores propulsores

Se estima el coste como:

$$C_{mp4t} = 40 \cdot N_c^{0,85} \cdot \frac{DIA^{2,2}}{RPM^{0,75}}$$

Donde:

- N<sub>c</sub>: número de cilindros
- DIA: diámetro de cilindro en mm

#### 3.3.2 Líneas de ejes

Las horas de instalación en función del BHP y número de líneas de ejes se estiman con la fórmula:

$$H_{le} = K_{le} \cdot BHP \cdot N_{le}$$

Para K<sub>le</sub>= 0,85 en motores con reductor

### 3.3.2.1 Acoplamientos y embragues

Se estima el coste de cada acoplamiento como:

$$C_{ma} = 10000 \cdot \frac{BHP}{RPM} \text{ con embrague}$$

Donde:

- BHP: potencia al freno del motores principales
- RPM: revoluciones por minuto del motores principales

### 3.3.2.2 Reductores

Se estima el coste de cada reductor como:

$$C_r = 25000 \cdot Pr^{0,5}$$

Donde:

- $Pr$ : peso en toneladas

### 3.3.2.3 Ejes y chumaceras

Se estima el coste como:

$$C_{ech} = 3,6 \cdot BHP$$

### 3.3.2.4 Bocina

Se estima el coste como:

$$C_{bc} = 7515 \cdot BHP^{0,85}$$

### 3.3.2.5 Freno y torsiómetro

Se estima el coste como 12700 €

## 3.3.2 Hélices propulsoras

Las horas se estiman para  $K_1=700$  y  $K_2= 0,44$  en la siguiente expresión:

$$H_{he} = K_1 + K_2 \cdot BHP$$

Las hélices de paso variable se estima en función de:

$$C_{he} = 360 \cdot BHP^{0,7}$$

Las hélices de paso variable se estima en función de:

$$C_{he} = 360 \cdot BHP^{0,7}$$

### 3.4 Coste de maquinaria auxiliar de la propulsión

#### 3.4.1 Grupos electrógenos

Las horas se estiman para generadores de 920 Kw (incluyendo el de emergencia) en la siguiente expresión:

$$H_{ge} = 52 \cdot N_g \cdot Kw^{0,43}$$

##### 3.4.1.1 Motores auxiliares

El coste de cada generador se estima en

$$C = 252 \cdot DIA^{2,2} \cdot \frac{Nc^{0,8}}{RPM} + 24000 \cdot \left(\frac{Kwg}{RPM}\right)^{2/3}$$

Donde:

- $N_c$ : número de cilindros
- DIA: diámetro de los cilindros (mm)
- Kwg: potencia eléctrica del generador (Kw)

##### 3.4.1.2 Generador de emergencia

El coste del generador se estima en

$$C = 252 \cdot DIA^{2,2} \cdot \frac{Nc^{0,8}}{RPM} + 24000 \cdot \left(\frac{Kwg}{RPM}\right)^{2/3}$$

Donde:

- $N_c$ : número de cilindros
- DIA: diámetro de los cilindros (mm)
- Kwg: potencia eléctrica del generador (Kw)

##### 3.4.1.3 Alternador de cola

Se estima el coste cada alternador accionado desde la línea de ejes como:

$$C_{PTO} = 24000 \cdot \left(\frac{Kwg}{RPM}\right)^{2/3}$$

### 3.4.2 Equipo de refrigeración y lubricación

Las horas se estiman para la potencia total con motores 4T con la siguiente expresión:

$$H_{crl} = 2250 + 0,18 \cdot BHP$$

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{crl} = 6000 (K_1 + K_2) \cdot BHP$$

Donde:

- $K_1=2,4$  para motores de 4T
- $K_2=1$  se dispone de enfriador de placas de titanio.

### 3.4.3 Equipos generadores de vapor

Las horas se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{gv} = 1000 (N_{cf} + N_{qe}) + 270 \cdot (N_{cf} \cdot Q_{va} + N_{qe} \cdot Q_{qe})$$

Donde:

- $N_{cf}=1$ , número de calderas de quemadores
- $Q_{va}$ =capacidad de producción de vapor de la caldera en (t/h)
- $N_{qe}=2$ , número de calderas de gases de escape
- $Q_{qe}$ =capacidad de producción de vapor de la caldereta de escape en (t/h)

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{gv} = 15 \cdot (N_{ca} \cdot Q_{vg}) + 4,8 \cdot (N_{cf} \cdot Q_{vf})$$

Donde:

- $N_{ge}=2$ , número de calderas de gases de escape
- $Q_{vg}$ =capacidad de producción de vapor de la caldera en (t/h)
- $N_{ca}=1$ , número de calderas de quemadores
- $Q_{vf}$ =capacidad de producción de vapor de quemadores (t/h)

### 3.4.4 Equipos de arranque de motores

Las horas se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{am} = N_{co} \cdot (40 + 3,5 \cdot Q_{co})$$

Donde:

- $N_{co} = 3$ , número de compresores
- $Q_{co}$ =capacidad de compresores en (m<sup>3</sup>/h)

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{am} = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co}$$

### 3.4.5 Equipos de manejo de combustible

Las horas se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{co} = K_{co} \cdot BHP$$

Donde:

- $K_{co} = 0,27$  para quema de combustible pesado
- BHP = potencia de motores principales

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{co} = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot BHP$$

Donde:

- $N_{bt}$  : número de bombas de trasiego
- $Q_{bt}$  : capacidad de cada una en  $m^3/h$

### 3.4.6 Equipos de purificación

Las horas se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{cp} = (K_{cp} + 0,056 \cdot BHP) \cdot (N_{pa} + N_{pd} + N_{fp})$$

Donde:

- $K_{cp} = 300$  ó  $90$  para quema de combustible pesado o no pesado respectivamente.
- BHP = potencia de motores principales y auxiliares

#### 3.4.6.1 Purificadoras centrífugas

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{pv} = 10000 \cdot N_{pa} \cdot Q_{pa} \cdot K_1 + 4750 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd} \cdot K_1 + 5200 \cdot N_{pf} \cdot Q_{pf} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Donde:

- $N_{pa}$ : número de purificadoras de aceite.
- $Q_{pa}$ : caudal unitario de las purificadoras de aceite ( $m^3/h$ ).
- $N_{pd}$ : número de purificadoras de D.O.

- Qpd: caudal unitario de las purificadoras de D.O (m3/h).
- Npf: número de purificadoras de fuel.
- Qpf: caudal unitario de las purificadoras de fuel (m3/h).
- k1 = 1 para purificadoras autolimpiantes.
- k2 = 2,85 para viscosidad < 3500
- k3 = 1 para viscosidad < 3500

#### **3.4.6.2 Equipo de manejo de lodos, derrames**

El coste se estima en 1500 €.

#### **3.4.6.3 Equipos de tratamiento por aditivos de limpieza**

Emplearemos la siguiente expresión

$$C_{ta} = 24 \cdot BHP^{2/3}$$

#### **3.4.6.4 Equipos de mezcla de combustible**

Se estima el costo medio de 42000 €

#### **3.4.7 Equipos auxiliares de casco**

Las horas se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{cac} = 420 + 0,47 \cdot L (B + D)$$

#### **3.4.7.1 Bombas CI de lastre, Servicios generales y sentinas**

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{il} = 600 \cdot K_1 \cdot Q_{bs}^{1/3} + 960 \cdot K_2 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 960 \cdot K_3 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 1100 \cdot k_4 \cdot Q_{bs}$$

Donde:

- Q<sub>bs</sub>: caudal de la bomba de sentinas (m3/h).
- Q<sub>ci</sub>: caudal de la bomba de contraincendios (m3/h).
- k1, k2, k3, k4 = 3, 3, 4, 1 respectivamente para buques de más de 4000 toneladas de registro bruto.

#### **3.4.7.2 Separador de sentinas con sus bombas y alarmas**

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{ss} = 156 \cdot GT^{1/2} + 5100 \cdot K_{ss}$$

Donde:

- GT: toneladas de registro bruto
- $k_{ss}=1$  con control automático de descargas.

### 3.4.8 Equipos sanitarios

Las horas se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{cs} = k_1 \cdot (280 + 8 \cdot Q_a) + k_2 \cdot (200 + 3,5 \cdot N) + k_3 \cdot (410 + 3,9 \cdot N) + k_4 \cdot (400)$$

Dónde:

$K_1, K_2, K_3, K_4$  equivale a 1 por existir generador de agua dulce, grupos hidróforos, planta de tratamiento de fecales e incinerador de residuos en T/día.

N es el número del personal a bordo.

#### 3.4.8.1 Generador de agua dulce

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{gad} = 1380 \cdot Q_{gad}$$

Donde:

- $Q_{gad}$ : caudal del generador en t/día

#### 3.4.8.2 Grupos hidróforos

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{gh} = 660 \cdot N^{0,5}$$

Donde:

- N: número de tripulantes a bordo.

#### 3.4.8.3 Planta séptica



El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{sept} = 2640 \cdot N^{0,4}$$

#### **3.4.8.4 Incinerador de Residuos sólidos**

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{ir} = 11400 \cdot N^{0,2}$$

#### **3.4.9 Varios**

Las horas de Ventiladores y elementos de Desmontaje en CC.MM se estiman con la siguiente expresión:

$$H_{va} = k_{va} + 0,005 \cdot BHP$$

Se toma  $K_{va}$  como 950 para viga carril.

##### **3.4.9.1 Ventiladores de Cámaras de Máquinas**

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{cm} = 7,5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0,5} + 5,52 \cdot K_f \cdot BHP^{0,5}$$

Donde:

- $N_v$  = número de ventiladores en CC.MM
- $Q_v$  = caudal unitario en  $m^3/h$
- $K_f$  = 1 para motor que quema combustible pesado

##### **3.4.9.2 Equipos de Desmontaje**

El coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$C_{cm} = 0,84 \cdot K_{ed} \cdot BHP$$

Donde:

- $K_{ed}$  = 1, para viga carril

### 3.4.9.3 Taller de Máquinas

El coste oscila entre 3600 y 13200 €. Tomándose el calor medio de 8400 €.

## 3.5 Instalaciones especiales

### 3.5.1 Equipos para el servicio de la carga

Se estiman 2000 horas para la instalación de equipos de acceso y traslado de carga. Las horas de equipos de estiba de carga para 180 módulos se estima como:

$$H_{ec} = 12 \cdot k_1 \cdot N_{teu}$$

#### 3.5.1.1 Equipos de manejo de carga

Se incluye en esta partida los conceptos de equipos de acceso de la carga (puertas de proa y popa), rampas internas y cardeck. Al no disponer datos específicos se estima un valor medio de 600000 €.

#### 3.5.1.3 Equipos de estiba de Carga

Los elementos del trincado de contenedores se estima como:

$$C_{tc} = 240 \cdot K_1 \cdot N_{teu}$$

Donde:

- $K_1$ : oscila entre 0,85 y 1,15 y se toma el valor medio de 1.

### 3.5.2 Instalaciones y equipos de Automatización

Las horas están incluidas en el coste de materiales y equipos

#### 3.5.2.1 Cabina y puestos de control

Se estima el coste puesto de CC.MM y de control de carga como:

$$C_{cc} = 1080 \cdot S_{cc}^{0,85}$$

Donde:

- $S_{cc}$  = área del cuarto de control en  $m^2$

#### 3.5.2.3 Otros dispositivos

Se estima el coste como 40000 €

### 3.5.3 Equipos de Estabilización y auxiliares de maniobra

Las horas de equipos de corrección de escora se estiman:

$$H_{est} = 2 \cdot (Swl \cdot \left(\frac{B}{2} + L_a\right) + 510 \cdot B$$

Para las hélices de maniobra se tiene:

$$H_{hman} = 14,5 \cdot BHP_t^{0,7}$$

### 3.5.3.1 Hélice de maniobra

Se estima el coste de equipos como:

$$C_{hman} = 900 \cdot BHP_t^{0,73}$$

Donde:

- $BHP_t$  = potencia de la hélice en CV

### 3.5.4 Instalaciones y equipos contraincendios

Las horas de instalaciones estructurales de corrección de escora se estiman:

$$H_{ci} = 1000 + 0,4 S_h$$

Para instalaciones fijas CI en cubierta

$$H_{fc} = 0,39 \cdot L^{1,1} \cdot B$$

Para instalaciones rociadores de agua

$$H_{ra} = 0,35 \cdot S_h$$

Para equipos de detectores de incendios en CC.MM

$$H_{dm} = 65 \cdot K_1 \cdot (Lm \cdot Dm \cdot B)^{0,25} + 80K_2 \cdot N_{ch}$$

### 3.5.4.1 Instalaciones contraincendios de carácter estructural

Se estima el coste de equipos como:

$$C_{ci} = K_{ci} \cdot 5,5 \cdot S_h$$

Donde:

- $K_{ci} = 4600$  para estos buques

#### **3.5.4.2 Instalaciones fijas contra incendios en cubierta**

Se estima el coste de equipos como:

$$C_{cu} = 11 \cdot (1 + 0,0013L) \cdot L \cdot B$$

#### **3.5.4.3 Instalaciones rociadoras de agua**

Se estima el coste de equipos como:

$$C_{ra} = 4 \cdot S_h$$

#### **3.5.5 Instalaciones y Equipos especiales de Seguridad**

Las horas de puertas de mamparos estancos se estiman:

$$H_{pe} = 250 N_{pe}$$

##### **3.5.5.1 Puertas de mamparos estancos**

Se estima el coste de equipos como:

$$C_{pe} = 12500 \cdot N_{pe}^{0,97}$$

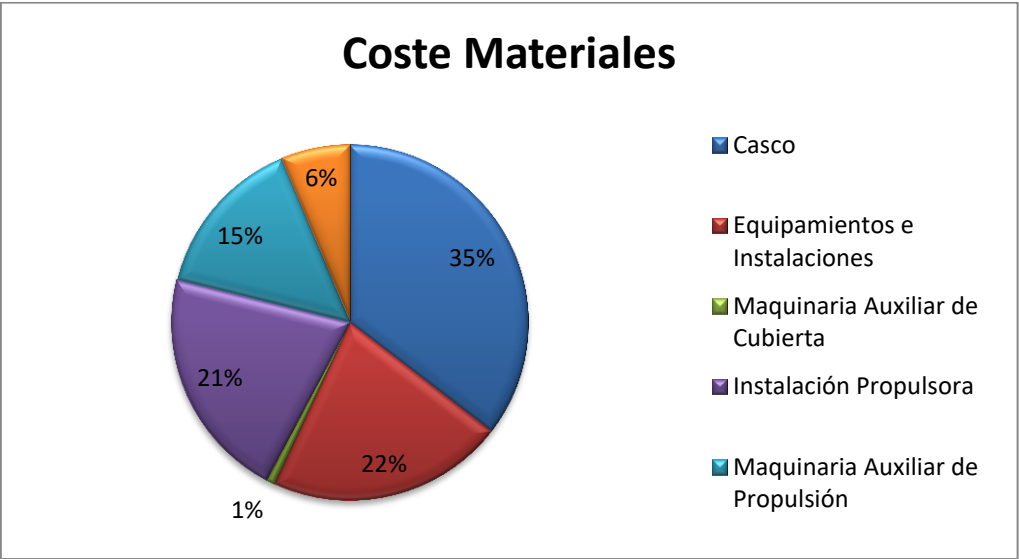
## **4. Resumen de costes**

Se desglosa el valor de los conceptos de materiales en partidas y el de conceptos de mano de obra según de estimaciones empíricas. Los datos de entrada se encuentran en el Anexo.

### **4.1 Desglose de costes de materiales**

Se muestra la distribución de costes materiales según formula donde se indica que el casco supone más coste.

Figura 1



La tabla muestra el coste de cada partida.

Tabla 3: Desglose de partidas de costes de materiales

Subconcepto		Nombre de Partida	Coste según Fórmulas (€)
Casco	Acero laminado	Chapas y perfiles	5.236.493 €
		Polines	
	Resto de materiales del casco	Piezas forjadas y fundidas	5.341 €
	Timones y accesorios	Timones y accesorios	3.333 €
	Material Auxiliar a la Construcción casco	Materiales Auxiliares	431.200 €
	Preparación de superficies	Preparación de superficies	262.675 €

	<i>Pintura y control de la corrosión</i>	<i>Pintura exterior (Obra viva) 350μ</i>	2.662 €
		<i>Pintura exterior (Obra muerta) 185 μ</i>	1.299 €
		<i>Pintura interior</i>	1.889 €
		<i>Pintura de tuberías</i>	991 €
		<i>Galvanizado y cementado</i>	439 €
		<i>Protección catódica</i>	8.926 €
		<b>Subtotal 1</b>	<b>5.955.249 €</b>
<b>Equipo Armamento e Instalaciones</b>	<i>Eq.fondeo, amarre, remolque</i>	<i>Anclas</i>	48.375 €
		<i>Cadenas, cables y estachas</i>	135.626 €
	<i>Medios de salvamento</i>	<i>Botes Salvavidas y de Rescate</i>	57.929 €
		<i>Balsas Salvavidas</i>	18.643 €
		<i>Dispositivos Lanzamiento de Botes y Balsas</i>	77.239 €
		<i>Chalecos, Aros y Señales</i>	3.400 €
	<i>Alojamientos</i>	<i>Habilitación de Alojamientos</i>	256.250 €
	<i>Equipos de fonda y hotel</i>	<i>Cocina y oficios</i>	430.500 €
		<i>Gambuzas Frigoríficas</i>	82.273 €
		<i>Equipos de Lavandería y Varios</i>	7.200 €
	<i>Equipos de acondicionamiento en alojamientos</i>	<i>Calefacción y Aire Acondicionado</i>	61.500 €
	<i>Equipos de Navegación y Comunicaciones</i>	<i>Equipos de Navegación</i>	119.325 €
		<i>Equipos Auxiliares de Navegación</i>	9.546 €
		<i>Comunicaciones externas</i>	84.000 €

		<i>Comunicaciones internas</i>	24.000 €
	<i>Medios Contraincendios Convencionales</i>	<i>Medios Contraintencendios en Cámara de Máquinas</i>	40.114 €
	<i>Equipos convencionales de carga</i>	<i>Ventilación Espacios de Carga</i>	13.622 €
	<i>Instalación Eléctrica</i>	<i>Instalación Eléctrica</i>	407.290 €
	<i>Tuberías</i>	<i>Tuberías</i>	575.779 €
	<i>Accesorios de Equipo, Armamento e Instalaciones</i>	<i>Puertas Metálicas, Ventanas y Portillos</i>	13.842 €
		<i>Escaleras, Pasamanos y Candeleros</i>	91.492 €
		<i>Escotillas de Acceso, Lumbreras y Registros</i>	30.352 €
		<i>Accesorios de Fondeo y Amarre</i>	199.028 €
		<i>Pescantes</i>	269.100 €
		<i>Toldosy estiba respetos</i>	17.811 €
		<i>Escalas de Práctico</i>	532.915 €
		<b>Subtotal 2</b>	<b>3.607.150 €</b>
<b>Maquinaria Auxiliar de Cubierta</b>	<i>Equipo de Gobierno</i>	<i>Servomotor</i>	63.066 €
	<i>Equipo de Fondeo y Amarre</i>	<i>Molinetes</i>	5.095 €
		<i>Chigres de Maniobra y Equipos de Accionamiento</i>	69.418 €
		<b>Subtotal 3</b>	<b>137.579 €</b>
<b>Instalación Propulsora</b>	<i>Maquinas propulsoras</i>	<i>Motores Propulsores</i>	1.534.263 €
	<i>Equipo de Fondeo y Amarre</i>	<i>Acoplamientos Elásticos</i>	885.301 €
		<i>Ejes y Chumaceras</i>	191.225 €
		<i>Reductores</i>	111.803 €
		<i>Bocina</i>	78.052 €

		<i>Freno y Torsiómetro</i>	12.700 €
	<i>Hélices propulsoras</i>	<i>Hélices</i>	731.092 €
		<b>Subtotal 4</b>	<b>3.544.436 €</b>
<b>Maquinaria Auxiliar de Propulsión</b>	<i>Grupos electrogenos</i>	<i>Motores Auxiliares</i>	169.174 €
		<i>Alternador de Cola</i>	99.262 €
		<i>Generador de Emergencia</i>	144.654 €
	<i>Equipo de Circulación, Refrigeración y Lubricación</i>	<i>Equipo de Refrigeración y Lubricación</i>	1.139.912 €
	<i>Generadores de Vapor</i>	<i>Equipos Generadores de Vapor</i>	37.504 €
	<i>Equipos de Arranque de los Motores</i>	<i>Equipo de Arranque del Motor</i>	14.102 €
	<i>Equipo de Manejo de Combustible</i>	<i>Equipos de Manejo de Combustible</i>	116.828 €
	<i>Equipos de Purificación</i>	<i>Purificadoras centr'ifugas</i>	172.135 €
		<i>Equipos de Manejo de Lodos, Trasiegos y Lastre</i>	1.500 €
		<i>Equipos de Tratamiento por Aditivos para Limpieza</i>	33.913 €
		<i>Equipos de Mezcla de Combustible</i>	42.000 €
	<i>Equipos Auxiliares del Casco</i>	<i>Bombas Contraincendios, Lastre, Servicios Generales y Sentinas</i>	234.222 €
		<i>Separador de Sentinas con sus Bombas y Alarmas</i>	29.663 €
	<i>Equipos Sanitarios</i>	<i>Generador de Agua Dulce</i>	131.100 €
		<i>Grupos Hidróforos</i>	3.615 €
		<i>Planta Tratamiento Aguas Fecales</i>	10.291 €
		<i>Incinerador de Residuos Sólidos</i>	22.508 €



	<i>Ventiladores y Equipos de Desmontaje en Cámara de Máquinas</i>	<i>Ventilación en Cámara de Máquinas</i>	35.299 €
		<i>Equipos de Desmontaje</i>	44.619 €
		<i>Taller de Máquinas</i>	8.400 €
Instalaciones Especiales		<b>Subtotal 5</b>	<b>2.490.702 €</b>
	<i>Equipos para el servicio de la carga</i>	<i>Equipos de estiba de carga</i>	86.400 €
		<i>Equipos de manejo de carga</i>	600.000 €
	<i>Instalaciones y equipos de automatización</i>	<i>Cabinas y puestos de control</i>	46.766 €
		<i>Otros</i>	40.000 €
	<i>Equipos de estabilización y aux de maniobra</i>	<i>Hélice de Proa</i>	286.429 €
	<i>Instalaciones y equipos contra incendios</i>	<i>CI estructural</i>	50.600 €
		<i>CI fijos en cubierta</i>	342 €
		<i>Instalaciones rociadores de agua</i>	4.100 €
	<i>Equipos especiales de seguridad</i>	<i>Puertas de mamparos estancos</i>	36.284 €
		<b>Subtotal 6</b>	<b>1.059.596 €</b>
		<b>Total</b>	<b>10.839.462 €</b>

4.2 Desglose de coste de mano de obra

Figura 2

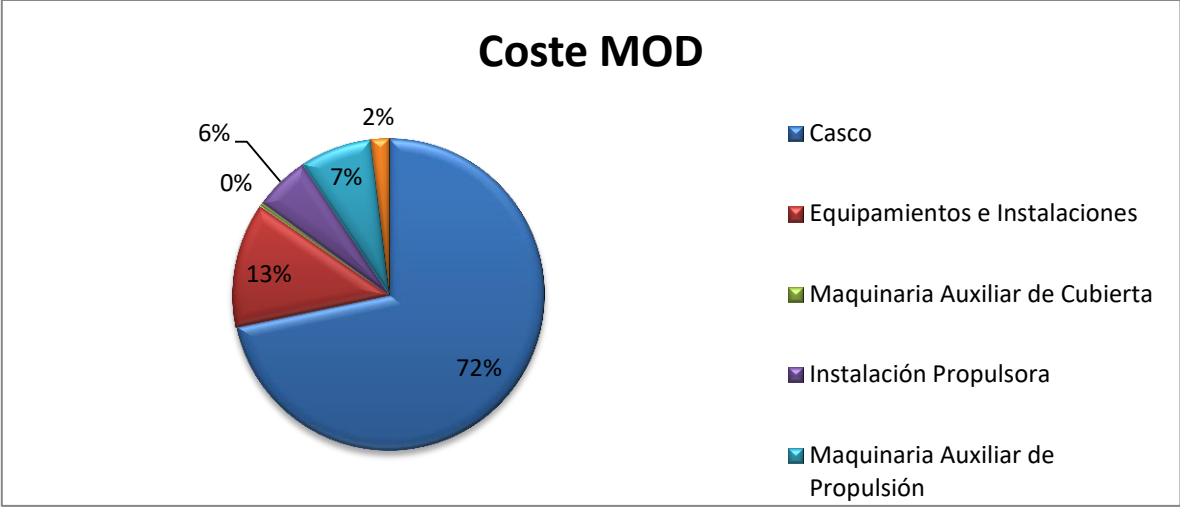


Tabla 4: Desglose de conceptos de costes de mano de obra

	Elemento	Horas	Coste (€)
Casco	Acero laminado	469579	13.148.205 €
	Resto de materiales casco	2541	71.147 €
	Timón y accesorios	2812	78.726 €
	Preparación de superficies	210	5.884 €
	Pintura y control de corrosión	11886	332.795 €
	<b>Subtotal 2</b>	<b>487.027</b>	<b>13.636.758 €</b>

Equipo, Armamento e Instalaciones	<i>Equipo de Fondeo, Amarre y Remolque</i>	57	1.593 €
	<i>Medios de Salvamento</i>	345	9.660 €
	<i>Alojamientos</i>	16400	459.200 €
	<i>Equipos de Fonda y Hotel</i>	3450	96.600 €
	<i>Equipos de Acondicionamiento en Alojamientos</i>	2050	57.400 €
	<i>Equipos de Navegación y Comunicaciones</i>	1320	36.960 €
	<i>Medios Contra incendios Convencionales</i>	988	27.674 €
	<i>Ventilación de Bodegas</i>	500	14.000 €
	<i>Instalación Eléctrica</i>	42260	1.183.280 €
	<i>Tuberías</i>	496	13.880 €
	<i>Accesorios de Equipo, Armamento e Instalaciones</i>	19350	541.806 €
	<b>Subtotal 2</b>	<b>87.216</b>	<b>2.442.053 €</b>
Maquinaria Auxiliar de Cubierta	<i>Equipo de Gobierno</i>	1051	29.424 €
	<i>Equipo de Fondeo y Amarre</i>	1851	51.825 €
	<b>Subtotal 3</b>	<b>2.902</b>	<b>81.250 €</b>
Instalación Propulsora	<i>Maquinas propulsoras</i>	14131	395.657 €
	<i>Línea de Ejes</i>	452	12.642 €
	<i>Hélices propulsoras</i>	24072	674.014 €
	<b>Subtotal 3</b>	<b>38.654</b>	<b>1.082.314 €</b>
Maquinaria Auxiliar de Propulsión	<i>Grupos electrogenos</i>	2381	66.662 €
	<i>Equipo de Circulación, Refrigeración y Lubricación</i>	12308	344.625 €
	<i>Generadores de Vapor</i>	3878,58	108.600 €
	<i>Equipos de Arranque de los Motores</i>	753	21.078 €
	<i>Equipo de Manejo de Combustible</i>	14342	401.572 €
	<i>Equipos de Purificación</i>	9194	2.757.427 €

	<i>Equipos Auxiliares del Casco</i>	4111	115.104 €
	<i>Equipos Sanitarios</i>	2272	63.616 €
	<i>Ventiladores y Equipos de Desmontaje en Cámara de Máquinas</i>	1216	34.037 €
	<b>Subtotal 4</b>	<b>50454</b>	<b>1.412.722 €</b>
Instalaciones Especiales	<i>Equipos para el servicio de la carga</i>	6320	176.960 €
	<i>Instalaciones y equipos de automatización</i>		
	<i>Equipos de estabilizaci'on y aux de maniobra</i>	3642	
	<i>Instalaciones y equipos contra incendios</i>	2111	59.101 €
	<i>Equipos especiales de seguridad</i>	750	21.000 €
	<b>Subtotal 5</b>	<b>12822</b>	<b>359.025 €</b>
Total		192.049	5.377.362,963 €

## 4. Gastos varios del astillero

Estos costes son indirectos al astillero y directos al proceso de construcción del producto. Éstos se corresponden con los siguientes;

- Gastos de ingeniería (ensayos en canal, estudios especiales, etc.)
- Clasificación, reglamentos y certificados (SS.CC., entidades reguladoras, inspecciones, etc.)
- Pruebas y garantía (botadura, remolcadores, pruebas, supervisiones, etc.)
- Servicios auxiliares durante la construcción (limpieza, instalaciones provisionales, andamiaje, etc.)
- Otros costes (seguro de construcción).

Estos costes varios aplicados son los Gastos Generales de Fabricación (GGF), pueden calcularse en función del coste de construcción, pudiéndose considerar pues, como un valor estimado entre el 5 y el 10% del valor de la construcción. En este caso, se considera un valor del 5 %.

## 5. Coste de adquisición

El coste de adquisición (CA) es el precio de venta del astillero equivalente al coste de construcción (CC) más el beneficio industrial (BI) menos las primas y bonificaciones (BCN) de construcción naval:

$$CA = CC + BI - BCN$$

El beneficio industrial se limita por el precio del mercado lo que implica que en periodos económicos normales varíe entre 5-20%. Estimamos un beneficio de un 7%. Respecto a las primas se considera que no hay puesto actualmente, en crisis económica de España no se percibe.

### 5.1 Gastos del Armador (GA)

En esta partida se incluye además de los cargos y respetos que el armador adquiere, sino que también todos los costes directos a cargo del armador como coste de estudio del crédito, aval de los tres primeros años, gastos constitución hipoteca, intereses intercalarlos de crédito, impuestos de actos jurídicos, registros y notaria e inspección durante la construcción. Se estima a un 20% de la inversión total (IT) como:

$$\frac{(1 + \%Bi) \cdot CC}{(1 + \%BCN - 0,2)}$$

**Tabla 5: Coste de adquisición**

CONCEPTO	COSTE (€)
Coste de Material	10.839.462,29
Coste de MOD	19.014.120,59
GGF	1.492.679,14
<b>C.Construcción</b>	<b>31.346.262,02</b>
Primas (BCN)	0
Beneficio Industrial (BI)	2.194.238,34
Coste Adquisición (CA)	33.540.500,36
Gastos del Armador (GA)	4.145.455,10 €
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>37.685.955,46 €</b>

## 6. Distribución de GGF

En el sistema de costes por pedido se analiza el reparto de costes indirectos (GGF) entre las distintas partidas. Al desconocer los distintos centros productivos se toma un solo centro que será el ASTILLERO, las partidas se interpretan como productos. El inductor serán las horas de mano de obra directa (hMOD) puesto que el dato que disponemos de las estimaciones por fórmula. El reparto quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 6: Coste de adquisición**

Coste Total de las Partidas de Construcción del Buque				
Partida	Materias Primas	M.O.D.	Costes Indirectos	Total
<i>Casco</i>	5.955.249 €	13.636.758 €	1.081.101 €	20.673.108 €
<i>Equipo, Armamento e Instalaciones</i>	3.607.150 €	2.442.053 €	193.602 €	6.242.805 €
<i>Maquinaria Auxiliar de Cubierta</i>	137.579 €	81.250 €	6.441 €	225.270 €
<i>Instalación Propulsora</i>	3.544.436 €	1.082.314 €	85.804 €	4.712.554 €
<i>Maquinaria Auxiliar de Propulsión</i>	2.490.702 €	1.412.722 €	111.998 €	4.015.422 €
<i>Instalaciones Especiales</i>	1.059.596 €	359.025 €	28.463 €	1.447.083 €
<b>Total</b>	<b>16.794.712 €</b>	<b>19.014.121 €</b>	<b>1.507.411 €</b>	<b>37.316.243 €</b>

**Tabla 7: Datos de sistema de costes por pedido**

Gastos Generales del Astillero Previstos	1.492.679	€
Horas M.O.D. Presupuestadas	192.049	h
Salario M.O.D.	28	€/h
Tasa de actualización de costes	2%	
Tasa de absorción	7,93 %	

## 7. Estudio de viabilidad

Conocido el coste total, se analiza la financiación del proyecto según costes de operación.

**Tabla 8: Datos de costes**

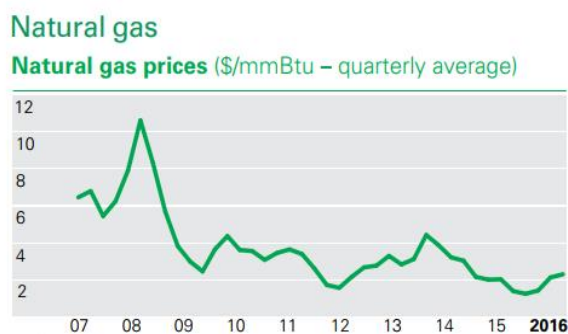
<b>Costes Fijos</b>		
	<b>C. Mensual (€)</b>	<b>C. Anual (€)</b>
Sueldo Marineros	17000	187.000
Sueldo Capitán	33464	33.464
Sueldo Oficial de Primera	29464	58.928
Sueldo Oficial de Segunda	27038	108.152
Seguros		1.196.119
Otros Gastos de Gestión		199.353
Mantenimiento		279.094
<b>Total</b>		<b>1.134.161 €</b>

<b>Costes Variables</b>			
	<b>Consumo unitario</b>	<b>C. diario (t/día)</b>	<b>C. Anual (€)</b>
Combustible MDF	183 gr/Kwh	68,392	Según evolución histórica
Combustible LNG	7467,7 Kj/Kwh	50,259	Según evolución histórica
Otros (Aceite, Diésel...)			797.413
Tasa Portuarias		7800 €/viaje	1.186.957 €

Los costes de seguros, gestión y mantenimiento son estimados en función del coste de adquisición. Los combustibles se consideran variables en el tiempo siguiendo la evolución histórica de los últimos 10 años

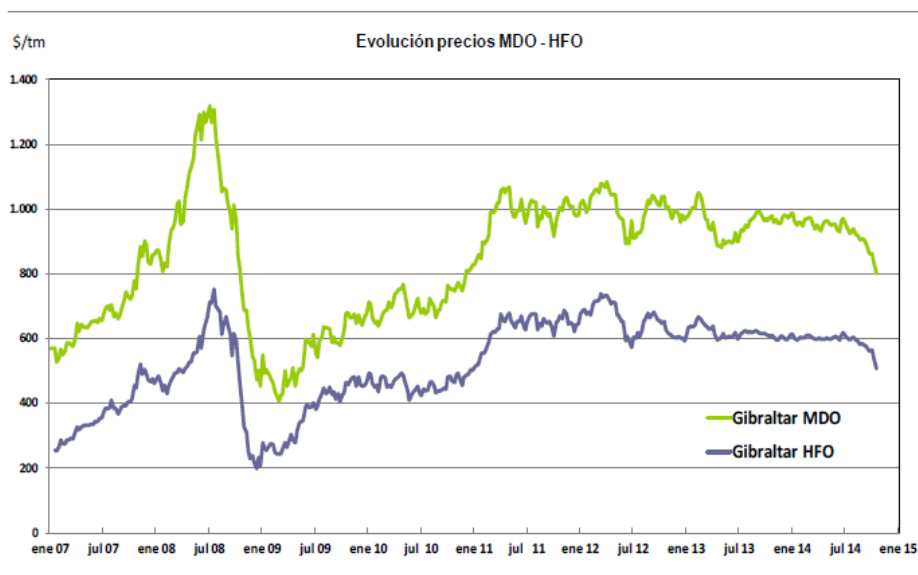


**Fig 8: Evolución histórica de LNG**



*Fuente:Informe anual de BP, 2016*

**Fig 8: Evolución histórica de MDF**



Se analiza la financiación para un capital ajeno de 80% del valor total del buque.

El periodo de financiación será de 10 años con crédito anual constante con carencia del primer año. El interés será del 8% que varía según la cantidad a devolver pendiente.

**Tabla 9: Datos de financiación**

FINANCIACIÓN	
Principal	20%
Deuda (D)	80%
Interes	8%
Periodo de préstamo	10 años
Corretaje	0,10%
Comisión	2,00%

El estudio se realiza para un periodo de construcción de 2 años y una vida útil de 20 años con los siguientes de datos de mercado

**Tabla 10: Datos de mercado**

MERCADOS		
Tiempo total de viaje	2,447	días/viaje
Días anuales utiles para navegación	330	días
Ingresos por flete €/año	16.691.076,29	€/anuales
Valor del flete €/viaje	123750	€
Valor del flete €/TEU y semitrailer	575	€
Valor del flete €/coche	180	€

Los precios medios por viaje desde el punto de origen (Amsterdam) hasta el último destino (Trondheim) son estimados de la naviera “Finnlines” y de la naviera U.N.Ro-Ro.

Se observa que la cuota de mercado es muy variable en los últimos años para buques de carga general en estas rutas como se muestra en la tabla de datos recogidos de UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). Se considera un 1% de aumento en los ingresos durante los próximos 20 años.

**Tabla 11: Peso muerto de los buques de carga general de la flota del país**

YEAR	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 <sup>(1)</sup>	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ECONOMY																	
Denmark	12.88%	8.94%	7.72%	6.54%	6.15%	6.29%	6.34%	6.35%	6.17%	5.29%	4.32%	3.37%	3.86%	3.57%	3.84%	4.16%	4.19%
Netherlands	5.04%	5.39%	5.63%	5.73%	5.77%	5.70%	4.42%	4.58%	5.12%	5.73%	5.45%	6.64%	6.79%	7.09%	7.03%	6.98%	6.91%
Norway	9.98%	10.02%	9.35%	10.12%	8.72%	8.40%	8.60%	8.80%	9.24%	8.71%	1.49%	1.28%	1.25%	1.02%	0.99%	0.98%	1.04%

Fuente: UNCTAD

**Tabla 12: Datos del viaje**

0. Viaje por servicio		
Rutas	Amsterdam, Esberj, Tananger, Trondheim	
Tipo de buque	Ro-ro 2800 ml	
0.1. DISTANCIA DE NAVEGACIÓN		928 mn
0.2. CARGA	Velocidad cargado	25 nudos
	Tiempo de navegación en carga (tcargado)	1,547 días
0,3 .TIEMPO DE PLANCHA	Tiempo de plancha (tplancha)	0,5 día
	Tiempo de maniobras en Puerto Amsterdam	0,1 día
	Tiempo de maniobras en Esberj	0,1 día
	Tiempo de maniobras en Tananger	0,1 día
	Tiempo de maniobras en Trondheim	0,1 día
0.4. COMBUSTIBLE	Consumo carga y lastre de MDF	68,392 t/día
	Precio del MDF	Variable en tiempo
	Consumo en puerto de MDF	0 Tn/día
	Consumo en carga y lastre deLNG	50,26 t/día
	Consumo en puerto deLNG	2,87 Tn/día
	Precio del LNG	Variable en tiempo
0.5. CUENTAS DE ESCALA	Costes de puertos	7800 €/viaje
0.7. IMPREVISTOS	Nº de imprevistos	2 días
	Costes de consumo en puerto	- €/día
0.8. COMISIÓN	Comisión del Broker	3,75%

A continuación se presenta el estudio de viabilidad del proyecto sin financiar.

**Tabla 13: Proyecto sin financiar**

Conceptos	1	2	3	4	5
<b>Ventas</b>			16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €
Costes Variables			-9.968.095 €	-20.624.860 €	-6.520.318 €
<b>Margen Bruto</b>			6.722.981 €	-3.933.784 €	10.170.758 €
Costes Fijos desembolsables			-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €
Amortización			-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €
<b>Beneficio antes de Impuestos</b>			4.779.142 €	-5.877.623 €	8.226.919 €
Impuestos de sociedades			-1.433.743 €	0 €	-2.468.076 €
<b>Beneficio después de Impuestos</b>			3.345.399 €	-5.877.623 €	5.758.843 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>			4.301.304 €	-4.921.719 €	6.714.748 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	-20.124.300 €	-13.416.200 €	-1.118.017 €	1.118.017 €	0 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	-20.124.300 €	-13.416.200 €	3.183.287 €	-3.803.702 €	6.714.748 €

<b>Proyecto sin financiar</b>	<b>TIR</b>	0,76%				
	<b>VAN ACUMULADO</b>	-20.124.300 €	-32.103.050 €	-30.357.213 €	-34.160.916 €	-27.446.168 €
	<b>VAN</b>	-19.724.143 €				
	<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>	21				
	<b>PUNTO MUERTO</b>			28,91%	-49,41%	19,11%

Conceptos	6	7	8	9	10
<b>Ventas</b>	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €
Costes Variables	-8.714.358 €	-10.124.812 €	-11.221.832 €	-12.475.569 €	-17.177.083 €
<b>Margen Bruto</b>	7.976.718 €	6.566.264 €	5.469.244 €	4.215.507 €	-486.007 €
Costes Fijos desembolsables	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €
Amortización	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €
<b>Beneficio antes de Impuestos</b>	6.032.879 €	4.622.425 €	3.525.405 €	2.271.668 €	-2.429.846 €
Impuestos de sociedades	-1.809.864 €	-1.386.727 €	-1.057.622 €	-681.500 €	0 €
<b>Beneficio después de Impuestos</b>	4.223.015 €	3.235.697 €	2.467.784 €	1.590.168 €	-2.429.846 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>	5.178.920 €	4.191.602 €	3.423.688 €	2.546.072 €	-1.473.942 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	5.178.920 €	4.191.602 €	3.423.688 €	2.546.072 €	-1.473.942 €

Proyecto sin financiar	TIR					
	<b>VAN ACUMULADO</b>	-22.267.248 €	-18.075.646 €	-14.651.959 €	-12.105.887 €	-13.579.829 €
	<b>VAN</b>					
	<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>					
	<b>PUNTO MUERTO</b>	24,37%	29,60%	35,54%	46,11%	-399,96%

Conceptos	11	12	13	14	15
<b>Ventas</b>	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €
Costes Variables	-15.959.799 €	-14.398.702 €	-15.495.722 €	-14.398.702 €	-15.809.157 €
<b>Margen Bruto</b>	731.278 €	2.292.374 €	1.195.354 €	2.292.374 €	881.920 €
Costes Fijos desembolsables	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €
Amortización	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €
<b>Beneficio antes de Impuestos</b>	-1.212.561 €	348.535 €	-748.485 €	348.535 €	-1.061.919 €
Impuestos de sociedades	0 €	-104.560 €	0 €	-104.560 €	0 €
<b>Beneficio después de Impuestos</b>	-1.212.561 €	243.974 €	-748.485 €	243.974 €	-1.061.919 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>	-256.657 €	1.199.879 €	207.419 €	1.199.879 €	-106.015 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	-256.657 €	1.199.879 €	207.419 €	1.199.879 €	-106.015 €

Proyecto sin financiar	TIR				
	<b>VAN ACUMULADO</b>	-13.836.486 €	-12.636.607 €	-12.429.188 €	-11.229.310 €
	<b>VAN</b>				
	<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>				
	<b>PUNTO MUERTO</b>	265,81%	84,80%	162,62%	84,80%

Conceptos	16	17	18	19	20
<b>Ventas</b>	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €	16.691.076 €
Costes Variables	-13.928.551 €	-12.831.531 €	-13.458.400 €	-24.115.165 €	-10.047.075 €
<b>Margen Bruto</b>	2.762.525 €	3.859.545 €	3.232.677 €	-7.424.089 €	6.644.001 €
Costes Fijos desembolsables	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €	-987.935 €
Amortización	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €	-955.904 €
<b>Beneficio antes de Impuestos</b>	818.686 €	1.915.706 €	1.288.838 €	-9.367.928 €	4.700.162 €
Impuestos de sociedades	-245.606 €	-574.712 €	-386.651 €	0 €	-1.410.049 €
<b>Beneficio después de Impuestos</b>	573.080 €	1.340.994 €	902.186 €	-9.367.928 €	3.290.114 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>	1.528.985 €	2.296.899 €	1.858.091 €	-8.412.023 €	4.246.018 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	1.528.985 €	2.296.899 €	1.858.091 €	-8.412.023 €	4.246.018 €

Proyecto sin financiar	TIR				
	<b>VAN ACUMULADO</b>	-9.806.340 €	-7.509.442 €	-5.651.351 €	-14.063.374 €
	<b>VAN</b>				
	<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>				
	<b>PUNTO MUERTO</b>	70,36%	50,36%	60,13%	-26,18%

Conceptos	21	22
<b>Ventas</b>	16.691.076 €	16.691.076 €
Costes Variables	-12.241.115 €	-1.866.440 €
<b>Margen Bruto</b>	4.449.962 €	14.824.636 €
Costes Fijos desembolsables	-987.935 €	-987.935 €
Amortización	-955.904 €	-955.904 €
<b>Beneficio antes de Impuestos</b>	2.506.123 €	12.880.797 €
Impuestos de sociedades	-751.837 €	-3.864.239 €
<b>Beneficio después de Impuestos</b>	1.754.286 €	9.016.558 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>	2.710.190 €	9.972.462 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	0 €	0 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	2.710.190 €	9.972.462 €

Proyecto sin financiar	TIR		
	<b>VAN ACUMULADO</b>	-7.107.166 €	2.865.296 €
	<b>VAN</b>		
	<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>		
	<b>PUNTO MUERTO</b>	43,68%	13,11%



7.1 Esquema de financiación

El crédito supone las siguientes cuotas a devolver durante 10 años.

Tabla 14: Crédito

CREDITO											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas	16.099.440										
Corretaje	-16.099										
Comisiones	-321.989										
Devolución Capital (Amortización del Crédito)		-1.111.336	-1.200.243	-1.296.262	-1.399.963	-1.511.961	-1.632.917	-1.763.551	-1.904.635	-2.057.006	-2.221.566
Cash Flow Extraoperativo	15.761.352	-1.111.336	-1.200.243	-1.296.262	-1.399.963	-1.511.961	-1.632.917	-1.763.551	-1.904.635	-2.057.006	-2.221.566
Intereses		-1.287.955	-1.199.048	-1.103.029	-999.328	-887.331	-766.374	-635.741	-494.657	-342.286	-177.725
Escudo Fiscal		386.387	359.714	330.909	299.798	266.199	229.912	190.722	148.397	102.686	53.318
Cash Flow Operativo		-901.569	-839.334	-772.120	-699.530	-621.132	-536.462	-445.018	-346.260	-239.600	-124.408
Cash Flow Total	15.761.352	-2.012.905	-2.039.577	-2.068.383	-2.099.493	-2.133.092	-2.169.379	-2.208.569	-2.250.894	-2.296.606	-2.345.974

Tabla 15: Proyecto financiado

PROYECTO FINANCIADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cash Flow Total del Proyecto	-20.124.300	-13.416.200	3.183.287	-3.803.702	6.714.748	5.178.920	4.191.602	3.423.688	2.546.072	-1.473.942	-256.657
Cash Flow Total del Crédito	15.761.352	-2.012.905	-2.039.577	-2.068.383	-2.099.493	-2.133.092	-2.169.379	-2.208.569	-2.250.894	-2.296.606	-2.345.974
Cash Flow Total del Proyecto Financiado	-4.362.948	-15.429.105	1.143.710	-5.872.085	4.615.255	3.045.828	2.022.223	1.215.119	295.177	-3.770.548	-2.602.631

PROYECTO FINANCIADO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Cash Flow Total del Proyecto	1.199.879	207.419	1.199.879	-106.015	1.528.985	2.296.899	1.858.091	-8.412.023	4.246.018	2.710.190	9.972.462
Cash Flow Total del Crédito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash Flow Total del Proyecto Financiado	1.199.879	207.419	1.199.879	-106.015	1.528.985	2.296.899	1.858.091	-8.412.023	4.246.018	2.710.190	9.972.462

Recursos propios (RP) aportación fondos promotor 40.555.355,09  
Recursos ajenos (Crédito) 16.099.440,17  
CMPC 10,18%

## 7.2 Resultados

**Tabla 16: Resultados**

	Proyecto sin financiar	Proyecto financiado
<b>VAN</b>	-19.724.143 €	-14.599.186 €
<b>TIR</b>	0,76%	-0,96%
<b>PR</b>	21	22

Según los resultados este proyecto muestra que la inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida, sobretudo en el proyecto financiado. La financiación no presenta rentabilidad por lo que no interesa financiar este proyecto. En estas condiciones habría que rechazar el proyecto.

Únicamente se apreciaría viabilidad si aumentara el flete de los viajes (a partir de 700 € en el trayecto completo desde el origen hasta el destino de TEU y semitrailer) y se redujera el tiempo de plancha.

El periodo de recuperación sería mayor que el tiempo de vida útil medio para este tipo de buques.

## 8. Bibliografía

- Junco Ocampo, F. Proyectos de buques y artefactos. *Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque*. Ed.UDC. 2003.
- Alvariño R, Azpiroz Juan J., Meizoso M. *El proyecto básico del buque mercante*. Fondo Editorial de Ingeniería Naval. Madrid 2007.

# **Anexo I:**

Datos de entrada

## 1. Datos

Dato	Parámetro	Valor	Unidad
Peso acero	Wacero	8624,000	t
Eslora	L	179,700	m
Manga	B	25,200	m
Puntal	D	18,500	m
Calado de Diseño	T	6,200	m
Calado de escantillonado	H	7,431	m
Longitud del timón	Ltim	2,964	m
Altura del tión	Htim	4,743	m
Superficie de obra muerta	SOM	5851,600	m <sup>2</sup>
Superficie del casco	SH	10507,000	m <sup>2</sup>
Superficie mojada	SM	5758,416	m <sup>2</sup>
Potencia total Motor Principal	BHP	53118	CV
Peso por Ancla	PAN	6,45	t
Número de Ancas	NAN	3	-
Diámetro de la Cadena	d	70	mm
Longitud de Cadenas	Lc	605	m
Número de Tripulantes	Np	30	-
Número de Pescantes de Botes	Npb	2	-
Número de Botes Salvavidas	Nbs	2	-
Número de Balsas Salvavidas	Nbas	2	-
Superficie Habilitación	Sh	1025	m <sup>2</sup>
Volumen Gambuzas	Vgam	45,71	m <sup>3</sup>
Eslora de la Cámara de Máquinas	Lm	27,072	m
Puntal de la Cámara de Máquinas	Dm	7	m
Numero de equipos de nav. Y comunicaciones	Nnc	11	
Volumen de la Mayor Bodega	Vb	5345,105	m <sup>3</sup>
Volumen Total Bodegas	Vtb	21961,2	m <sup>3</sup>
Número de Renovaciones	Nrenov	10	m <sup>3</sup>
Número de Bodegas	Nb	5	-
Potencia Generadores + PTO	kW	6360	kW
Número de Escalas Reales	Ner	2	-
Par del Servomotor	M	70	t·m
Tracción chigre	Tma	26,55	t
Número de Cilindros MP	Nc	12	-
Diámetro de los Cilindros MP	DIA	460	mm
Revoluciones de Giro MP	RPM	600	rev/min
Potencia Generadores	kWg	2760	kW
Número de Cilindros AUX	Ncaux	6	-
Diámetro Cilindros AUX	DIAaux	200	mm
Revoluciones de Giro AUX	rpm	1000	rev/min
Potencia Generador Emergencia	kWGE	920	kW

Anexo I: Datos de entrada  
Noelia López Puentenueva

Peso reductor	Pr	20	t
Número de Calderas quemadores	Nqe	1	-
Producción de Vapor C.quemadores	Qqe	2,50	t/h
Número de Calderas g.escape	Nge	2	-
Producción de Vapor C.g.escape	Qqe	0,38	t/h
Número de Compresores Aire Arranque	Nco	2	-
Caudal Compresor Aire Arranque	Qco	74,4	m3/h
Nº Compresores Aire Arranque Emergencoa	Nco1	1	-
Caudal Compresores Aire Arranque Emergencia	Qco1	32	m3/h
Nº Bombas trasiego combustible	Nbt	4	
Caudal Bombas trasiego	Qbt	30	m3/h
Número Purificadoras Aceite MM.PP	Npa	4	-
Caudal Purificadora Aceite MM.PP	Qpa	3,225	m3/h
Número Purificadoras Aceite MM.AA	Npa	2	-
Caudal Purificadora Aceite MM.AA	Qpa	0,288	m3/h
Número Purificadoras Combustible MDO	NPC	3	-
Caudal Purificadora Combustible MDO	QPA	3,027	m3/h
Caudal Bombas Sentinas	Qbsent	174	m3/h
Caudal Bombas Contraincendios	Qbc	116	m3/h
Toneladas de Registro Bruto	GT	24792	GT
Capacidad Generador Agua Dulce	Qgad	95	t/día
Número Ventiladores Impulsión CCMM	NvCM	9	-
Caudal Ventiladores Impulsión CCMM	QvCM	77013	m3/h
Número Ventiladores Extracción CCMM	NvCM	6	-
Caudal Ventiladores Extracción CCMM	QvCM	115519,5	m3/h
Número de Contenedores en Bodega	NTB	360	-
Area del cuarto de control CC.MM	Scc	84,199	m2
Area del cuarto de control carga	Scc1	9,56	m2
Potencia al freno total	BHPt	50501,44	CV
Potencia Hélice de Proa	BHPt	2682	CV
Número de Equipos	NEC	4	-
Número de Molinetes	Nmo	2	-
Número de Máquinas de Amarre	Nma	4	-
Número de Cubiertas de Habilitación	Nch	2	-